LIGURIA

GEOLOGICA E PREISTORICA

DI

ARTURO ISSEL

CON

NOTE E DISEGNI ORIGINALI DI N. MORELLI

PANORAMI E FOTOGRAFIE DI G. DELLEPIANE

VOL. I.

GENOVA
A. DONATH EDITORE
1892.

ALLA CITTÀ DI GENOVA

DEDICA

UNO DEI SUOI FIGLI.

PREFAZIONE

Dopo i capitoli inseriti da Lorenzo Pareto nella lodatissima GUIDA DI GENOVA E DEL GENOVESATO, pubblicata fin dal 1846 per cura del Comune, in occasione dell' ottavo Congresso degli Scienziati italiani, non fu più data alle stampe alcuna illustrazione complessiva della regione Ligure, dal punto di vista della configurazione e costituzione del suolo. E siccome, da allora in poi, le nostre cognizioni in proposito si accrebbero assai, credetti legittimo ed opportuno, metter mano a quest' opera, che ha per oggetto di esporre ordinatamente e in modo succinto le nozioni più sicure intorno alle vicende geologiche, alla stratigrafia, alle rocce, ai fossili ed ai materiali estrattivi della Liguria, come pure i risultati delle indagini compiute sulla etnografia e le origini delle stirpi che popolarono fin dai tempi più remoti, la nostra regione.

Il primo volume è destinato alla geologia propriamente detta ed alle considerazioni relative alle scienze subordinate, il secondo ai materiali estrattivi e alla paletnologia, ramo di scibile nato appena da trent' anni, pel connubbio della etnografia colle scienze geologiche e storiche, a prò del quale si raccolsero già in Italia e fuori, cospicui materiali di studio.

Com' è naturale, ho inteso di riassumere qui principalmente le mie osservazioni personali, già in parte pubblicate sotto altra forma, in modi e tempi diversi; ma, ove mi pareva che l'armonia dell' opera lo richiedesse, ho pur largamente attinto a lavori altrui.

La stampa del libro, incominciata ai primi di Gennaio del 1891, era compiuta solo nel Giugno di quest' anno; ma fin dal Dicembre scorso si terminava la tiratura del primo volume. Quanto alla carta geologica unita all' atlante delle tavole, fu eseguita e pubblicata al principio del 1891.

Nella preparazione delle tavole e nella redazione di un capitolo, fui coadiuvato dal mio discepolo ed amico sac. prof. N. Morelli, cui rendo le dovute grazie per l' efficace aiuto. Mi professo pur grato al sig. G. Dellepiane, che mi procurò due panorami dei monti liguri, da lui delineati, e parecchie fotografie, al prof. F. Memme, che disegnò per me una tavola di sezioni microscopiche di rocce, al sig. G. Rovereto precipuo collaboratore della carta batimetrica ed ipsometrica della Liguria annessa al mio libro, al professor G. Denegri, cui sono debitore di alcune analisi chimiche di materiali estrattivi, alla Direzione del Museo civico di Storia naturale di Genova e a quella del R. Ufficio geologico di Roma, che mi diedero in prestito parecchie incisioni in legno e infine al sig. A. Noack, il quale mi somministrò varie negative fotografiche.

ARTURO ISSEL.

AVVERTENZA

In occasione delle feste e dei varî congressi scientifici, coi quali sarà solennemente commemorato in Genova il 4.° Centenario della scoperta d'America, mi parve opportuna una pubblicazione intesa ad illustrare la Liguria sotto alcuni dei suoi aspetti, ed assunsi perciò l'edizione che presento al lettore.

Nella **Liguria Geologica e Preistorica**, alla quale consacrò parecchi anni di lavoro, il Prof. Arturo Issel si studiò di riassumere quanto a tutt'oggi si conosce intorno alla Geologia, ai materiali estrattivi ed alla Paletnologia della regione Ligure, non senza aggiungere alle cose note buon numero di osservazioni originali.

Ad accingermi all'ardua impresa, non esente per me di cure minuziose e di fatiche, perchè l'edizione riuscisse opera degna, fui incoraggiato dal *Municipio di Genova* e dal *Ministero della Pubblica Istruzione* che vollero onorarmi di numerose sottoscrizioni.

Io porgo loro i miei vivi ringraziamenti, come pure mi professo gratissimo a tutti coloro che mi furono cortesi di benevolo appoggio ed incoraggiamento.

Genova, Gennaio 1891.

L'Editore.

PARTE PRIMA

GEOLOGIA

INTRODUZIONE

CONFINI DELLA LIGURIA

Il campo del mio lavoro non può dirsi determinato con precisione, dal punto di vista geografico, stante l'incertezza che regna circa il significato dell'espressione *Liguria*.

Ai tempi di Esiodo, i Greci dimandavano Liguri gran parte dei popoli dell'Europa occidentale. Eratostene, nel terzo secolo prima dell'èra volgare, dava questo nome agli abitanti di quasi tutto il bacino circummediterraneo. All'epoca della conquista romana, s'intendeva per Liguria tutta l'alta e la media Italia fino all'Arno, la Provenza fino alla Spagna e parte della Svizzera e della Savoia; poi si applicò la medesima denominazione alle regioni comprese fra la Lunigiana, la Provenza e la Valle del Po. Fra i Romani, Sempronio e Lucio Floro pongono i Liguri fra il Varo e la Magra, nella qual sentenza conviene l'Alberti, il quale scriveva nel 1500.

Più tardi, nell'èvo moderno, furono generalmente accettati i medesimi confini occidentale ed orientale per la Liguria, ma rimase sempre incerto il limite settentrionale che taluno sospingeva fino alla pianura padana ed altri poneva al crinale dei monti.

Ai giorni nostri, il significato geografico dell'espressione *Liguria* tende a rimpicciolirsi, modellandosi negli angusti termini delle circoscrizioni politiche ed amministrative; è però

del tutto arbitraria la identificazione che da taluno si fa della Liguria colle Provincie Liguri.

Nel titolo e nel programma del mio lavoro si sottintende col vocabolo Liguria la *Liguria Marittima* che fu così definita da Lorenzo Pareto:

« Sulla giogaia che ad ostro si prolunga del Monte Viso, sta una vetta di forma piramidale le cui faccie inviano acqua a tre diversi bacini: da maestro a quello della Duranza, affluente del Rodano, da greco a quello della Stura o dell'Adriatico, da mezzogiorno a quello della Tinea o del Varo. Gli spigoli di questa piramide si legano al vertice di tre catene di monti diversamente dirette; al nord alle Alpi, a ponente ai monti della Provenza, all'est alla giogaia che va a formare il dorso di tutta l'Italia, all'Apennino, cioè, di cui puossi ragionevolmente fissare l'origine a questa vetta, chiamata del Lauzanier, di preferenza a qualunque altro punto che piacque ai geografi d'indicare. Quanto a levante di questo monte piove sulla catena che ne diparte, da un lato per lungo corso all'Adriatico, dall'altro per brevissimo al Mediterraneo si divalla. Ripido è il pendio da questa parte, lungo e più declive dall'altra. Una stretta zona di terra da mezzogiorno sta tra il mare e il sommo vertice, e questa zona, limitata dal Varo e dalla Magra, è la Liguria marittima.

« Pertanto i confini di questa sono da tramontana il sinuoso vertice dell'Apennino dalle sorgenti della Tinea a quelle della Magra. A ponente, il corso della Tinea fino al suo confluente col Varo, e quindi questo fiume fino alla sua imboccatura nel mare. Da mezzogiorno il Mediterraneo, e da levante finalmente il corso tutto della Magra.

« Questa zona di terra disposta quasi come un semicircolo, nel suo incurvarsi abbraccia il golfo di Genova, e colla parte sua più meridionale toccando all'incirca il parallelo 43° 39' raggiunge verso il N. 44° 33', mentre da ponente a levante si estende dal 4° 52' al 7° 30' di longitudine orientale del meridiano di Parigi. Montuoso tutto, questo tratto di paese è quasi costituito da perpetuo avvicendarsi di vallate e di

catene secondarie, che si dipartono dalla principale giogaia e arrivano al mare, presentano però diverse conformazioni, e ora ne è l'aspetto assolutamente alpino, ora i monti non sollevandosi che ad una minore altezza, hanno forme meno ardite e sono più tondeggianti, ora non sono più che colline i cui piedi sono lambiti dal mare » (¹).

Il nome di Lauzanier, in alcune carte Lauzannier e L' Ausanier, suol essere attribuito ad un colle che intercede fra Argentera e Larche, ad una cresta rocciosa situata sul versante nord-ovest della catena, ad un rivo che nasce dal Monte Incastraia, nonchè ad un piccolo lago e ad una cappella; ma la piramide alla quale allude il Pareto è propriamente l' Incastraia (detta anche l' Encastraie, l' Enchastraye, l' Inciastraia ed anche Punta dei quattro Vescovi), la cui vetta si leva a m. 2951.

Non v' ha motivo per me di attribuire alla espressione *Liguria Marittima* un significato diverso da quello che le diede Pareto, tantopiù che soddisfa a tutte le esigenze di una delimitazione d' indole geografica; ma per non estendere oltre misura il campo del mio lavoro e per non descrivere i territori intorno ai quali non avrei che poche o punte osservazioni personali da esporre, intendo occuparmi particolarmente delle due Riviere. D' altra parte, mi propongo di trattare, eziandio, del versante settentrionale degli Apennini del Savonese e del Genovesato, quantunque non compresi nella Liguria Marittima propriamente detta, perchè lo studio loro è talvolta inseparabile da quello del versante meridionale ed offre opportuni termini di riferimento e di riscontro.

Siccome mi occorrerà più volte di menzionare gli Apennini Liguri e le Alpi Marittime, mi trovo nella necessità di assegnare un significato preciso anche a queste espressioni geografiche, le quali furono intese dagli autori in modo così

(¹) *Descrizione di Genova e del Genovesato,* vol. I. Genova, tipografia Ferrando, 1846.

diverso. È più che altro una questione di parole, trattandosi di determinare un confine arbitrario; è una questione che può risolversi coi criteri più disparati d' indole storica, etnografica, geologica, geografica e che perciò comporta più d' una soluzione o piuttosto non ne comporta alcuna che possa soddisfare la generalità degli studiosi.

Convenzionalmente e senza indugiarmi in una sterile discussione, ammetto che il confine fra le due catene orografiche sia tracciato dalla Roia, fino alla sua confluenza col Rio Freddo, dallo stesso Rio Freddo, poi dalle valli di Carnino e del Negrone e in ultimo dal Tanaro. A norma di siffatta interpretazione, sono Alpi Marittime i monti situati a ponente e a settentrione di questa linea, Apennini Liguri gli altri. Il nome di Alpi Liguri potrebbe essere riservato alle Alpi Marittime che rimangono comprese nella Liguria, secondo Pareto.

CENNO STORICO
SULLE ILLUSTRAZIONI DELLA LIGURIA.

GEOGRAFIA

Dall' antichità non ci furono tramandate che scarse ed incerte nozioni geografiche sulla Liguria e i suoi abitanti, nozioni le quali si accrebbero di poco durante il medio evo.

Parecchi scrittori, tra i quali si citano Beroso Caldeo, Sempronio e Dionisio d' Alicarnasso, si fanno eco d'una tradizione popolare, destituita di qualsiasi fondamento storico od archeologico, secondo la quale i Liguri antichi avrebbero pigliato nome da Ligure, figliuolo di Fetonte egizio, che, giunto in tempi remoti ai nostri lidi, si sarebbe impadronito del territorio compreso fra Nizza e la Magra. Nè merita maggior fede l' opinione riferita da altri che tal vocabolo fosse derivato da Ligione, capitano di ventura, il quale avrebbe qui compiute le sue più memorabili imprese, od anche da una città di Spagna denominata Ligustine.

Il più antico avvenimento relativo al nostro paese di cui la storia conservi un ricordo si è lo stabilirsi dei Focesi nei punti in cui sorsero di poi Nizza e Monaco, poco dopo la fondazione di Marsiglia, circa 600 anni prima dell'era volgare. Monaco è menzionata da Ercole di Mileto che visse appunto nel VI secolo.

Virgilio, Tito Livio, Strabone ed altri che scrissero prima dell'era volgare, ma quando già la Liguria era caduta sotto il giogo romano, ricordano questo paese come una terra costituita di monti aspri e scoscesi, in gran parte coperta di folte boscaglie e spesso biancheggiante di neve, come una terra incolta e ingrata, quasi alludessero al poco pregio della recente conquista, di fronte alle lotte sanguinose ed ai sacrifizi cui la repubblica si era sobbarcata per conseguirla. Secondo le medesime testimonianze, gli abitanti erano rudi e selvaggi come la loro terra, valorosi in guerra, sobrii, rotti ad ogni fatica e privazione, ma astuti, dissimulati e rapaci. Tali giudizi, non certo imparziali, erano inspirati dalla ostinata resistenza che i Liguri avevano opposto all'invasore.

Strabone allude indubbiamente al Golfo della Spezia quando scrive:

« Chiamarono i Greci Selene il porto e la città, questa non grande, ma il porto è grandissimo e bellissimo, contenendo in sè molti seni, tutti profondi insino a terra. Vien circondato da alti monti, sopra i quali si scoprono più mari (il Ligustico, il Tirreno e il Sardo), e la Corsica e la Sardegna, con gran parte dell'uno e dell'altro lido » [1].

Non gioverebbe al mio assunto il riferire ulteriori accenni relativi alla geografia della Liguria, rinvenuti nelle opere degli autori precitati e di altri di poco posteriori. Mi riserbo però di addurre in seguito, nel secondo volume di questo libro, parecchi brani concernenti non la terra, ma gli uomini,

[1] Vedasi in proposito: Serra G., *La storia dell' antica Liguria*, vol. I, pag. 468. Torino, 1834.

quale introduzione e commento alle indagini sulla paletnologia della Liguria.

Come documento storico e geografico di alto valore per la sua età remota, è qui da ricordarsi l'inscrizione contenuta nella così detta *Tavola di Polcevera*, incisa in rame 117 anni prima dell'era volgare (nel 637° anno di Roma), sotto il consolato di L. Cecilio Metello e di G. Muzio Scevola, il giureconsulto. Si tratta del giudizio arbitrale, pronunziato da due delegati del senato romano, inviati in Liguria col mandato di comporre certe divergenze nate fra diverse tribù dei territori prossimi a Genova, città che era fin d'allora, a quanto pare, il centro precipuo di quei popoli. Si leggono in tale inscrizione parecchi nomi locali che offrono tema di interessanti considerazioni.

L'itinerario di Antonino, che risale al secondo secolo dell'era volgare, non solo ci fa conoscere buon numero di nomi di città e villaggi del nostro territorio, ma ci informa ancora delle vie per mezzo delle quali si trovavano in comunicazione tra loro e col resto d'Italia e delle distanze che intercedevano fra l'una e l'altra.

Si danno poi preziose indicazioni della stessa natura ed altre concernenti la configurazione del litorale e i corsi di acqua che ad esso mettono foce, nella tavola di Peutinger, pur denominata impropriamente Teodosiana. È questa una pergamena in 12 fogli, venuta in possesso di Corrado Peutinger di Augusta, nel XVI secolo, nella quale, per mano di un monaco di Colmar, fu grossolanamente tracciato un itinerario che porta la data del 1265, ma risale indubbiamente, secondo il parere di autorevoli archeologi, ai tempi compresi tra il regno di Augusto e l'estinzione della famiglia di Costantino [1]. Mannert e Desjardins suppongono che sia ricavata dall'*Orbis*

---

[1] Desjardins, *La table de Peutinger d'après l'original conservé à Vienne* etc. Paris, 1870. — Rocca P., *Giustificazione della tavola Peutingeriana* ecc. Genova, tip. Monteverde, 1884.

pictus, effigiato sotto il portico di Agrippa. La Liguria vi è rappresentata in gran parte nel secondo segmento o foglio, il quale comprende il tratto di litorale che intercede tra i pressi di Chiavari e Marsiglia.

In questo rudimento di mappa, le cui parti appariscono, d'altronde, alterate nelle proporzioni e nei rapporti, figurano con chiarezza le strade e le stazioni itinerarie. Il Varo il Centa, il Sansobbia (?) e il Bisagno sono i soli corsi d'acqua accennati nel detto foglio pel nostro territorio. La linea del lido, quantunque irregolare e sinuosa, non offre traccia dei golfi e dei capi che rompono l'uniformità della Riviera occidentale; in via d'eccezione, si osserva però, a ponente delle due casette che indicano la posizione di Genova e di contro alla inscrizione « *ad Figlinas XX* », una isoletta assai allungata parallelamente e in prossimità del lido e quasi a contatto con esso, la quale sta forse a rappresentare una antica condizione insulare del capo di S. Andrea. [1] Il Varo mette al mare, secondo la tavola, per due rami tra loro distinti, che si congiungono poi lunge dalla costa, e qui vi ha certo errore o per lo meno grave esagerazione.

Negli ultimi tempi del medio evo, divenuti i Liguri esperti navigatori ed abili trafficanti, erano assai diffuse le cognizioni relative alla topografia del loro paese, in ispecie del litorale, ma queste avevano quasi sempre carattere nautico od itinerario. Così con grande efficacia e verità il massimo poeta potè scrivere:

« Tra Lerici e Turbia, la più diserta,
La più romita via è una scala,
Verso di quella agevole ed aperta ».

---

[1] Le altre isole collocate fra la Riviera di Ponente e l'Affrica, nella angusta zona che rappresenta il Mediterraneo, non appartengono, secondo il mio modo di vedere, alla Liguria: quella distinta col nome di *Galliata* è indubbiamente la Galita.

Cenni più recenti sulle condizioni fisiche e geografiche della Liguria si devono ricercare nella *Descrittione di tutta Italia* di Fra Leonardo Alberti (Bologna 1500), nella memoria *De Claribus Genuensibus* del Bracelli, la cui edizione più antica risale al 1520, e principalmente nel primo libro degli *Annali della Repubblica di Genova* del Giustiniani, che vide luce per la prima volta nel 1537. Il *Thesaurus antiquitatum et históriarum Italiae Mari Ligustico et Alpibus vicinae* ecc. (*Lugduni Batavorum*, 1704) è corredato di una carta geografica della Liguria certamente assai anteriore alla data dell'opera, nella quale si trovano antiche denominazioni degne di nota dal punto di vista etimologico e tracce di mutamenti non lievi, avvenuti durante gli ultimi secoli, in ordine alla configurazione delle coste.

Le opere precitate, come molte altre posteriori, recano più che altro opinioni e notizie attinte dagli antichi, massime dai latini, ma le osservazioni originali concernenti la configurazione del nostro suolo vi sono rare, di poca importanza e ricordate quasi per incidenza.

Dai portolani e dalle carte itinerarie di quel tempo, quantunque disegnati rozzamente e con intenti pratici, si possono desumere dati di fatto non trascurabili e son forse i documenti più sicuri in ordine alla geografia locale.

Queste medesime condizioni si continuarono nei secoli XVII e XVIII, ed è solo a segnalarsi al finire di quest' ultimo la maggior precisione dei documenti cartografici, massime in ordine alla idrografia.

Fra le più nitide ed esatte mappe dell'epoca, va registrata quella in grande scala di D. Joseph Chafrjon, comparsa nel 1685, col titolo *Carta della Rivera de Genova con sus Verdaderos, Confines y Camenòs*, della quale un bell'esemplare, stampato in seta, si ammira presso la scuola superiore di commercio della nostra città.

Alla fine del XVIII Secolo e al principio del successivo si accusa un risveglio, in cui non è possibile disconoscere l' influenza della scuola enciclopedica di Parigi.

Datano appunto dalla fine del secolo scorso e dal principio del presente le lettere di Spadoni ([1]) e i viaggi di Faujas-saint-Fond ([2]) e di Viviani, nei quali si descrivono con vivi colori alcune parti del nostro paese, sia dal punto di vista topografico sia da quello delle produzioni.

Più tardi, compariscono, per opera di Cordier e Chabrol de Volvic, vere monografie di territori liguri, sotto i titoli di *Statistique minéralogique du département des Apennins* (Paris, 1811) e *Statistique des provinces de Savone, d' Oneille* etc. (Paris, 1821), in cui si contengono numerose notizie scientifiche, scelte di preferenza fra quelle suscettibili di applicazioni all' economia pubblica. Poco prima dell' opera di Chabrol, si era pubblicata una illustrazione del Nizzardo di Fodére ([3]).

Negli anni 1817 a 1818, vennero alla luce due volumi sul clima, sul territorio, sulle acque e principalmente sull' agricoltura della Liguria ([4]), nei quali il dottore Agostino Bianchi, osservatore perspicuo, rende conto di molti fatti da lui notati sull' interrimento avvenuto lungo le spiaggie, sulla erosione prodotta dalle acque correnti, sul lento innalzarsi del livello marino, sulle conseguenze dei diboscamenti ecc.

([1]) Spadoni, *Lettere odeporiche sulle montagne ligustiche.* Macerata 1792. — Bologna 1793.

([2]) Faujas-Saint-Fond, *Voyage géologique sur le Monte Ramazzo* etc, Annales du Muséum d'hist. nat., tome VIII. Paris 1806 — *Voyage géologique de Nice à Menton, Vintimille, Port Maurice, Noli, Savone, Voltri et Gênes* etc. Annales du Muséum, d' hist. nat., tome XI. Paris, 1808.

([3]) Fodére F. E., *Voyage aux Alpes Maritimes ou histoire naturelle agraire, civile et médicale du comté de Nice et pays limitrophe.* Paris, 1821.

([4]) *Osservazioni sul clima, sul territorio e sulle acque della Liguria marittima di un coltivatore di Diano.* Genova, tip. De Grossi, 1817-1818.

Dal 1818 al 1825 usciva in Genova un periodico scientifico, la *Correspondance astronomique, géographique hydrographique et statistique* del barone De Zach, in cui, fra molti studi astronomici e geografici, si trovano alcune note relative agli oggetti delle nostre indagini. Colle sue lettere pubblicate nel periodico precitato (vol. IV, 1820; vol. V, 1821; vol. VIII, 1823), Antonio Rossi fece conoscere le coordinate geografiche del Golfo della Spezia da lui determinate, nonchè le condizioni di esso golfo, in ordine alle profondità, alle correnti marine, alla marea ecc.

Le cognizioni possedute in quel tempo sul suolo e sui prodotti della provincia ligure erano poi usufruttate in una compilazione di D. Bertolotti ([1]).

Vuol esser citata, fra quelle venute più tardi alla luce, un'opera di Canobbio ([2]), nella quale sono esposti con ordine e precisione ragguagli particolareggiati sulla topografia e sul clima di questo territorio.

Siamo giunti all'epoca nella quale, affine di preparare la metropoli della Liguria ad accogliere degnamente l'ottavo congresso degli scienziati, alcuni eletti cittadini mettevano mano alla memorabile *Guida di Genova e del Genovesato*, pubblicata nel 1846 coi tipi del Ferrando, che è ancora la migliore illustrazione geografica del nostro paese. La parte topografica e idrografica di essa guida fu trattata, al pari della geologica, da Lorenzo Pareto; Giacomo Garibaldi espose la climatologia, in collaborazione con Fortunato Cocca.

Dopo il 1846, fu più volte contemplata la Liguria in opere geografiche d'indole generale o complessiva, o pure si diedero descrizioni parziali delle Riviere, in libri che avevano intenti precipuamente letterari, storici, artistici, medici,

---

([1]) Bertolotti D., *Viaggio nella Liguria marittima*, 3 vol. in 8.° Torino, 1834.

([2]) Canobbio G. B., *Topografia fisica della città e dei contorni di Genova*. Genova, tip. Ponthenier, 1840.

commerciali e sopratutto in guide ed itinerari stranieri. Non è qui il caso di porgere una rassegna di tali lavori, destituiti di osservazioni originali, comunque talvolta degni d'elogio. Solo m'incombe il dovere di rammentare, come materiali che contribuirono largamente a far conoscere la configurazione del nostro suolo, le carte topografiche a grande scala, pubblicate dal R. stato maggiore sardo (negli anni 1841, 1846, 1852) e dal R. istituto topografico militare, negli anni 1885-1890) (1), nonchè le carte idrografiche del Golfo di Genova, costruite per cura della marina sarda, sotto la direzione del viceammiraglio Albini (2) e, negli ultimi anni, dal R. ufficio idrografico italiano, direttore il capitano di vascello Magnaghi (3). Di queste ultime, lodevolissime per l'esattezza e la copia delle indicazioni batimetriche, dovrò intrattenermi anche in seguito.

---

(1) Si tratta di tavolette alle scale di 1: 50 000 e 1: 25 000, a curve orizzontali, con equidistanza di 10 metri per le prime e di 5 per le seconde, e di fogli alla scala di 1: 100 000, con equidistanza di 50 e di 100 metri.

È sopratutto pregevole per la sua nitidezza la *Carta topografica del Regno d'Italia alla scala* di 1: 100 0 0 (edizione cromolitografica senza tratteggio).

Se mi fosse lecito invocare un miglioramento da introdursi nella continuazione o nella riproduzione di siffatto lavoro, s' intende non per la sola Liguria, ma per tutto il regno, chiederei che fosse adottato un metodo di trascrizione più razionale e sopratutto più uniforme dei nomi locali vernacoli.

(2) *Carta idrografica del litorale della Liguria e contado di Nizza.* Genova, 1854.

(3) *Golfo di Genova, rilievi eseguiti sotto la direzione del capitano di vascello G. B. Magnaghi* ecc. Genova. 1884-1885.

Oltre alla carta complessiva precitata, furono pubblicati i rilievi del litorale in undici piani a grande scala.

GEOLOGIA

È difficile immaginare un suolo più ingrato della Liguria in ordine alla geologia. Le pieghe e le contorsioni complicatissime, l'erosione profonda vi hanno occultati i rapporti originarî delle masse rocciose, e, nelle formazioni antiche, i fossili scarseggiano o mancano del tutto. Qui ricche vene metallifere non richiamano l'attenzione degli abitanti, e solo in pochi punti si osservano estese serie stratigrafiche che altrove allettano gli osservatori, invitandoli quasi allo studio della geologia. Inoltre, nelle nostre provincie, la proprietà assai divisa, col moltiplicar muri e siepi, oppone spesso ostacoli agli esploratori del suolo. Questa scienza infatti si sviluppò tardi fra noi e da principio non fu che la conseguenza e il riflesso delle indagini praticate nei paesi sotto questo aspetto più favoriti dalla natura.

Le prime notizie su certe rocce e minerali della Liguria si trovano nella *Descrizione mineralogica* del Mojon (1805) [1] e nella *Conchiologia fossile subapennina* di Brocchi (1808) [2]. Viviani si faceva a descrivere, fin dal 1807, nel suo *Voyage dans les Apennins de la ci-devant Ligurie,* alcun formazioni e rocce da lui osservate; ma ben presto rivolgeva ad altro oggetto il suo robusto ingegno [3].

Le memorie di Risso su certi fossili del Nizzardo (1813-1824) [4], le disquisizioni del Canobbio sul suolo e i fossili di

---

(1) Mojon G., *Descrizione mineralogica della Liguria,* con carta top. della valle della Polcevera. Genova, tip. Frugoni, 1805.

(2) Brocchi G. B., *Conchiologia fossile subapennina con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adiacente.* Milano, 1808.

(3) Domenico Viviani, botanico eminente, nato nel 1772 in Legnaro presso Levanto, morì a Genova nel 1840.

(4) Risso A., *Observations sur la presqu'île de Saint-Hospice aux environs de Nice, département des Alpes Maritimes.* Journal des mines,

Genova (1820-1823) [1], la statistica mineralogica del dipartimento di Montenotte di Chabrol de Volvic (1824), meritano di essere onorevolmente ricordati, ma non si possono citare tuttavolta che come materiali apparecchiati per lo studio della geologia locale. Il primo naturalista che portò nelle indagini del nostro suolo uno spirito d'osservazione retto ed acuto, un metodo rigorosamente scientifico, fu Lorenzo Pareto. Nato il 6 dicembre 1800, in Genova, da illustre famiglia patrizia, egli si applicò fin da giovane alla scienza della terra e contribuì a far conoscere la costituzione geologica della propria regione assai più di quanto non avessero fatto i suoi predecessori uniti insieme. Pareto che fu anche insigne cittadino, prese parte attiva ai rivolgimenti politici del suo tempo e all'amministrazione della cosa pubblica, manifestando nelle più gravi contingenze quei sensi altamente patriottici, quella mente illuminata e sagace, quella religione del dovere per cui lasciò riverita memoria tra i suoi concittadini.

Come geologo, esordisce nel 1824 con un cenno sui bacini terziari di Genova e Sestri Ponente; nel 1827, descrive il giacimento legnitifero di Cadibona, e istituisce poi un ingegnoso parallelo fra la costituzione delle Alpi e quella degli Apennini [2]. Seguono quindi, a non lunghi intervalli, i suoi studi

---

tome XXXIV, n. 220. Paris, 1813. — *Aperçu géologique sur les environs de Nice.* Nova acta phys med. Acad. Caes. Leop., vol. XII. Bonn, 1824 — *Aperçu sur l'histoire naturelle des bords de la Méditerranée et des coquilles terrestres, fluviatiles et marines fossiles et petrifiées qui gisent dans diverses formations des Alpes Maritimes.* Paris, 1816.

(1) Canobbio G. B., *Saggio sulla giacitura di alcuni fossili di Genova e suoi contorni.* Genova, tip. Gravier, 1823. — *Topografia fisica della città e dei dintorni di Genova.* Genova, tip. Ponthenier e F., 1840.

(2) Pareto L., *Note sur les bassins tertiaires: 1° de la place S. Dominique à Gènes; 2° de Sestri di Ponente.* Annales des Sciences naturelles. vol I. Paris, 1824. — *Descrizione della cava di combustibile*

sulle Alpi della Liguria, sulle alternanze di sedimenti marini e fluviatili nei terreni subapennini superiori e finalmente una delle sue opere capitali, la memorabile illustrazione geologica di Genova e del Genovesato, comparsa nella *Guida* pubblicata per cura del comune di Genova, nel 1846, in occasione del Congresso degli scienziati ([1]).

Senza maestro, con scarso sussidio di collezioni e libri, Pareto diventa geologo per vocazione, ammaestrato dalla osservazione personale. I suoi lavori sono così ricchi di fatti, così esatti e coscienziosi, che, dopo tanti anni, si leggono ancora con profitto; vi si trovano in germe concetti ed interpretazioni di cui si attribuisce il merito ai suoi successori.

Sicuro di sè, Pareto provò il bisogno di estendere le sue ricerche oltre i confini della Liguria e di istituire confronti fra il proprio paese ed altre regioni. Visitò pertanto la Provenza, la Lombardia, la Savoia, la Svizzera, la Corsica ed alcune delle minori isole dell' Arcipelago Toscano.

Da queste peregrinazioni risultarono parecchie note geologiche. Fra i lavori più pregevoli da lui compiuti, quando il suo ingegno era pervenuto alla maturità, vuol essere ricordata la memoria sulla posizione delle rocce pirogene dei

---

fossile nelle vicinanze di Cadibona. Giornale ligustico di Scienze, Lettere ed Arti, anno I. fasc I. Genova, 1827. — *Di alcune relazioni, che esistono tra la costituzione geognostica dell'Appennino ligure e quella delle Alpi della Savoia.* Giornale ligustico di Scienze, Lettere ed Arti, anno I, fasc. II. Genova, 1827.

([1]) Pareto L., *Note sur les Alpes de la Ligurie, dans le voisinage du Col du Tende.* Bulletin de la Société géologique de France, tome III. Paris, 1833. — *Sopra alcune alternative di strati marini e fluviatili, nei terreni di sedimento superiori dei colli subapennini.* Giornale toscano di Scienze mediche, fisiche e naturali, tomo I, n. 4. 1843. *Descrizione di Genova e del Genovesato,* vol. I, Topografia e Idrografia. Geologia (con carta geologica, carta idrografica e figure nel testo). Genova, tip. Ferrando, 1846.

periodi terziario, quaternario ed attuale in Italia (1852) [1], il commento di alcune istruttive sezioni da lui condotte fra il Mediterraneo e la valle del Pò (1861) [2] e finalmente lo studio magistrale sulle suddivisioni da istituirsi fra le formazioni terziarie dell'Apennino settentrionale [3]. In questo lavoro che precedette di poco la sua morte, avvenuta nella sua città nativa il 19 giugno 1865, son gettate le basi di un nuovo ordinamento dei terreni terziarî, il quale, modificato da Mayer, è ora adottato nella maggior parte delle scuole.

Sono pure da ricordarsi il saggio pubblicato dal Sasso sul bacino terziario d'Albenga (1827), le osservazioni sulla interpretazione della serie stratigrafica dei pressi della Spezia esposte da Guidoni e Pareto (1831), Savi (1832), de la Bèche (1833), A. Sismonda (1843), Murchison (1851), di Collegno (1853), gli studi paleontologici e stratigrafici del Gastaldi (1858-1878) e le opere paleontologiche di Bellardi [4], di G. Michelotti, e di E. Sismonda, nelle quali si descrivono numerosi fossili terziari della Liguria.

Luigi Bellardi, cui si debbono le migliori descrizioni di questi fossili, nacque a Genova il 16 Dicembre 1818 e morì il 17 Settembre 1889 a Torino, ove dimorò molti anni, costantemente occupato dei suoi lavori paleontologici.

---

[1] *Della posizione delle rocce pirogene ed eruttive dei periodi terziario quaternario ed attuale in Italia*. Genova, tip. Sordo-muti, 1862.

[2] *Coupes à travers l'Apennin, des bords de la Méditerranée à la vallée du Pò, depuis Livourne jusqu' à Nice*. Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, tome XIX. Paris, 1861.

[3] *Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional*. Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, tome XXI. Paris, 1865.

[4] Del Bellardi citerò soltanto l'opera magistrale « *I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria* » che cominciò a pubblicarsi nel 1873 fra le memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, opera della quale dopo la morte del Bellardi fu assunta la continuazione dal Sacco.

Fin qui non ho citato che nomi di autori estinti; ma ragion vuole che non si taccia di alcuni viventi non meno benemeriti, fra i quali Capellini, per le sue memorie sulla geologia dei monti che costituiscono il Golfo della Spezia e principalmente sui terreni infraliassici [1], Mayer, pei suoi studi paleontologici e rilievi sulla formazione terziaria dello Appennino settentrionale [2], Mazzuoli pei suoi lavori sulle serpentine e sul carbonifero [3], Zaccagna per sezioni e rilievi tra le Alpi Marittime e in Liguria, Fallot per l'illustrazione del sistema cretaceo nel Nizzardo; e per diversi titoli che sarebbe ora intempestivo lo specificare, Taramelli [4], De Stefani, Sacco, Pellati, Rivière, Squinabol.

Lo studio delle discipline geologiche, assai negletto fra noi, fino a pochi anni addietro, ebbe impulso nel 1870 dalla istituzione di una cattedra di geologia e mineralogia nella

---

(1) Capellini G., *Studi stratigrafici e paleontologici sull' infralias nelle montagne del Golfo della Spezia*. Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istit. di Bologna, serie 2.a, vol. II 1862. — *Descrizione geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore*. Bologna, 1864. — *Fossili infraliassici dei dintorni del Golfo della Spezia*. Memorie dell' Accad. delle Scienze dell' Istit. di Bologna. serie 2a, vol. V. 1886.

(2) Mayer Eymar C., *Osservazioni geologiche sulla Liguria, il Tortonese e l'alto Monferrato*. Atti della R. Accademia dei Lincei, serie 2a, vol. II. Roma, 1875 — *Studi geologici sulla Liguria centrale*. Boll. del R. Comitato geolog., anno 1877, n. 11 e 12 — *Sur la carte géologique de la Ligurie centrale*. Bull. de la Société géol. de France, 3e série, tome V. Paris, 1877.

(3) Mazzuoli L. e Issel A., *Nota sulla zona di coincidenza delle formazioni ofiolitiche eocenica e triassica della Liguria occidentale*. Boll. del R. Comit. geol., anno 1884, n.o 1-2 — Mazzuoli L. *Sul carbonifero della Liguria occidentale*. Boll. del R. Comitato geol., anno 1887. num. 1-2.

(4) Taramelli T., *Osservazioni geologiche fatte nel raccogliere alcuni campioni di serpentini*. Boll. della Società geol. ital., vol. I. Roma, 1882 — (e Mercalli G.), *Il terremoto ligure del 23 Febb. 1887*. Roma, 1888.

R. università ([1]), cattedra a corredo della quale fu destinato nel 1875 un piccolo gabinetto. Dal 1889, la geologia e la mineralogia sono insegnate nel nostro ateneo da due diversi professori e tra poco le collezioni geologiche e mineralogiche saranno divise in due musei indipendenti.

A proposito delle prime, giova avvertire come esse abbiano subito testè notevole incremento, perchè vi furono annesse le cospicue raccolte di fossili terziari e di manufatti preistorici, adunate dal compianto don Perrando ed acquistate per l'università di Genova, dal governo, dalla provincia e dal comune, riuniti a consorzio ([2]).

Parmi doveroso ricordare le benemerenze del degno sacerdote ([3]) verso gli studiosi della geologia ligure, ai quali egli, buon conoscitore del Savonese e dei territori vicini, somministrò per lunga serie d'anni materiali di studio ed utili indicazioni.

Anche il museo civico di storia naturale, in cui si conservano la raccolta e la biblioteca di Lorenzo Pareto ed una ricca serie di minerali italiani, adunati dall'ing. G. B. Traverso, museo fondato e diretto dal marchese Giacomo Doria, coadiuvato dal vicedirettore R. Gestro, non fu senza influenza sul progresso dei nostri studi ([4]).

([1]) Dall' 1866 al 1870 l' insegnamento di queste discipline era impartito da un incaricato. Prima del 1866, il professore di zoologia e anatomia comparata porgeva in fin d' anno poche nozioni elementari di mineralogia agli alunni della scuola di farmacia.

([2]) Ricordo qui con gratitudine il prefetto Ramognino, il sindaco barone Podestà, il prof. J. Virgilio e il prof G. Trabucco, che si adoperarono perchè fosse concluso tale acquisto.

([3]) Don Perrando nacque a Sassello il 19 gennaio 1817 e morì in Santa Giustina, ov'era parroco, il 19 gennaio 1889.

([4]) I lavori per la costruzione del museo, incominciati nel 1867, non furono terminati che dopo tre anni. Chi ha tenuto dietro al movimento scientifico in Italia durante l' ultimo ventennio non ignora come il museo civico, col preparare e favorire esplorazioni scientifiche in lontani paesi, col pubblicare volumi di memorie, coll' esibire ai naturalisti collezioni perfettamente conservate ed ordinate, sia stato efficacissimo promotore delle scienze naturali e principalmente della zoologia.

I.

GEOLOGIA GENERALE

FISIOGRAFIA

Montagne.

La Liguria è uno dei paesi più montuosi d' Italia e trae precipuamente il suo carattere orografico da una catena che segue la costa ad una distanza più o meno grande da essa e mette diramazioni di variabile altitudine ed estensione in vari sensi. Questa catena talora si sdoppia e accenna per fino, in brevi tratti, a triplicarsi ; d' ordinario, però, è unica, presentando una serie di nodi o nuclei distribuiti per la maggior parte lungo lo spartiacque. Questo costituisce in complesso un grande arco circoscritto al Golfo di Genova, ma più aperto di esso.

Fra i monti Incastraia (m. 2955) e Clapier (m. 3046), lo spartiacque è assai lontano dal mare (da 40 a 80 chilom.) e diretto da N. O. a S. E. ; tra il Clapier e il Colle di Tenda, essendo la sua distanza dalla riva non minore di 40 chilometri, corre da O. ad E.; si accosta poi al mare con direzione N. N.O. - S. S. E., seguendo una linea che passa

per la Cima del Vescovo, il Monte Bertrand, il Saccarello e il Fronté, indi volge da S. O. a N. E. e conserva presso a poco la medesima orientazione fin sopra Arenzano, raggiungendo al Monte Reixa la maggiore prossimità al litorale che è di circa 5 chilometri.

Si osserva infine che sopra Voltri, Sestri Ponente e Genova, il crinale si fa assai tortuoso, con distanza variabile, ma sempre piccola, dal mare, essendo ancora la sua generale orientazione da S. O. a N. E., per poi assumere, dal passo dei Giovi fino a quello della Cisa, direzione prevalente O.-E., non senza sinuosità assai risentite e gradatamente divergendo dall'arco del litorale, talchè al varco della Cisa la distanza dal crinale al mare si fa di ben 45 chilometri.

Fra la valle della Tinea, da un lato, e quella del Tanaro e dell'Arroscia, dall'altro, ad una distanza variabile dal litorale, si leva un gruppo montano che si mantiene ad altitudine superiore ai 1500 metri in un area assai estesa, ed offre nella parte media una lunga zona di oltre 2000 metri, con vette che passano i 3000. Esso è diviso in due parti dalle depressioni corrispondenti alle valli della Roia e della Vermenagna, tra le quali intercede il Colle di Tenda (m. 1909).

Appartengono a questo gruppo, cui è subordinata in grandissima parte l'orografia della Liguria Occidentale, a ponente del Colle di Tenda, il Tinibras (m. 3032), il Matto (m. 3087), l'Argentera (m. 3390), il Gelas di Lorousa (m. 3260), la Cima del Baus (m. 3068), la Cima di Brocan (m. 3054), la Cima dei Gelas (m. 3135), il Clapier (m. 3046), la Rocca dell'Abisso (m. 2755), a levante, la Cima di Pepino (m. 2329), la Cima del Becco (m. 2300), la Testa Ciaudon (m. 2383), la Cima della Fascia (m. 2495), i monti Bertrand (m. 2482), Saccarello (m. 2200), Fronté (m. 2153), la Cima di Marta (m. 2138), la Cima Marguareis (m. 2649), la Cima delle Saline (m. 2613), il Mongioie (m. 2631) e il Monte Antoroto (m. 2144).

Come si può vedere dalla piccola carta ipsometrica e batimetrica unita al mio lavoro (tav. I), carta disegnata a mia richiesta dal marchese G. Rovereto e dal prof. Squinabol,

siffatto gruppo offre una disposizione assai irregolare ed intricata; ma, a rigor di termine, può essere riferito al tipo *diramato*, perchè risulta essenzialmente di un tronco principale mediano, dal quale si dipartono numerose diramazioni in tutti i sensi, in ispecie verso il mare. Esso è generalmente assai ripido, massime nelle zone più elevate, talchè la curva orizzontale di 2000 m. è spesso prossima a quella di 1500.

La Cima dei Gelas, rappresentata nella mia tav. II (riproduzione di una fotografia eseguita dal sig. G. B. Dellepiane), porge un esempio istruttivo dell'aspetto eminentemente alpino di questi monti, nei quali il profilo frastagliato, gli spigoli acuti, i valloni profondamente incisi, attestano l'intensa erosione sofferta.

Mentre il tronco principale è diretto di preferenza da ponente a levante (nel tratto situato sulla riva destra della Roia volge piuttosto da N. N.E a S. S.O.), i suoi rami di primo ordine hanno direzione N. N.O. - S. S.E., presentando suddivisioni diversamente orientate.

Una di queste suddivisioni scende tortuosamente verso il mare, sollevandosi ancora a m. 1627 al Monte Ceppo, assai lontano dalla catena centrale e a m. 1298 al Monte Bignone, il quale dista appena 7 chilometri dal litorale.

I monti che, poco a poco degradando, si estendono dalla Roia al Tanaro e all'Arroscia, appartengono tutti al medesimo sistema; ma quelli che si trovano al di quà, verso levante, quantunque strettamente collegati ai primi, assumono un carattere diverso, cioè, aspetto schiettamente apenninico. A levante dell'Arroscia, si leva una cresta relativamente assai elevata (tra 1000 e 1500 metri), alla cui parte media si estolle il Monte Spinardo (m. 1358), cresta, la quale, per la sua direzione meridiana, sembra indipendente dal gruppo testè menzionato. Più innanzi, verso levante, sorge dalla massa montuosa un altro rilievo più allungato e frastagliato del precedente che si trova in condizioni analoghe rispetto alla altitudine media e alla direzione; le sue vette dominanti sono il Settepani (m. 1391) ed il Carmo (m. 1389). Attorno a

siffatti nuclei, notevoli pei loro caratteri morfologici ed altimetrici, il suolo declina assai lentamente, per modo che la base loro risulta molto estesa. Essi offrono incisioni marginali poco profonde, prodotte da corsi d'acqua d'indole torrenziale, diretti di preferenza nel senso dei meridiani.

Gli ultimi rilievi del nucleo del Settepani, rilievi alti poco più di 500 metri, vanno a finire lungo le valli della Bormida, al piano di Vado e al Passo d'Altare, e somigliano agli Apennini della Riviera di Levante e della Toscana.

Oltre il limite accennato, si osserva nel Savonese e nel Genovesato un altro nucleo montuoso, meno alto e meno frastagliato dei precedenti, con direzione quasi perpendicolare al meridiano, vale a dire orientato da E. N.E. a O. S.O. La sua pendenza è assai più risentita nel versante meridionale che nel settentrionale. Esso raggiunge o supera di poco i 1000 metri d'altezza, in una zona arcuata di oltre 15 chilometri di lunghezza, la quale comprende i monti Ermetta (m. 1262), Beigua (m. 1287), Reixa (m. 1183) e Dente (m. 1104), tra le valli del Teiro e della Polcevera.

La valle del Letimbro, nell'alto della quale è inciso il Passo d'Altare (m. 495), e la valle della Bormida di Spigno dividono il gruppo del Settepani da quello dell'Ermetta, il cui confine orientale si può collocare alle valli della Polcevera e della Scrivia, fra le quali intercede il passo dei Giovi (m. 472).

Il panorama dei monti che si vedono da Genova, riprodotto nelle tavole III e IV, è lavoro pregevole del signor Dellepiane, e mostra con molta verità la fisionomia dei rilievi litorali della Riviera di Ponente fino al Capo delle Mele, e di quelli più lontani che sorgono oltre la valle del Tanaro proiettandosi nell'ultimo piano del quadro. Il panorama disegnato dal Monte Leco, opera dello stesso autore, e che figura nelle medesime tavole, porge un concetto adeguato del carattere orografico della regione. Vi si vedono rappresentati con evidenza i rilievi compresi fra lo spartiacque e il mare nel Genovesato.

A levante dei due torrenti ora menzionati, si accavallano altri monti, i quali, se per un lato si connettono al nucleo dell' Ermetta, dall'altro si mostrano subordinati ad un gruppo più ampio che estende le sue propaggini, a levante fino all' estremo limite della Liguria e alla Lunigiana, a nord-est fino al Bobbiese, al Piacentino e al Parmigiano. Questo gruppo offre base larga e frastagliata e pendio generalmente poco ripido; ben poche fra le sue vette superano 1500 metri. Esso può distinguersi nei nuclei principali dell'Antola, del Montarlone, del Penna e del Gottero.

Il nucleo dell' Antola, oltre a questa sommità di m. 1598, comprende il Monte delle tre Croci (m. 1560), il Monte Carmo (m. 1642), il Cavalmurone (m. 1671) e l' Alfeo (m. 1651). Esso è situato a distanza relativamente grande dal mare e, come apparisce dalla carta ipsometrica, ha forma propriamente *stellare* e manca perciò di orientazione ben definita. I suoi punti culminanti, tuttavolta, accennano ad una linea direttiva N.E.-S.O. o N. N.E.-S. S.O. Segue verso levante il nucleo del Montarlone, in gran parte situato fra la Trebbia e l' Aveto, la cui zona più elevata è compresa fra le altitudini di 1000 e 1500 m., tranne in due punti, che sono le cime del Montarlone (m. 1501) e dell'Oramala (m. 1523).

Al di là dell' Aveto, il nucleo più alto ed imponente del Penna (m. 1735), che pur comprende l' Aiona (m. 1692), il Bue o Misurasca (m. 1780), il Crociglia (m. 1578) e il Ragola (m. 1710). Qui il tipo orografico è intermedio fra il diramato e lo stellare, con predominio della direzione meridiana.

Prescindendo da altri gruppi minori che non esercitano influenza notevole sulla altimetria della regione, troviamo verso levante, oltre le valli del Taro e della Vara, quello del Gottero, piccolo nodo montuoso che vanta pure alte cime, quali sono il Gottero stesso (m. 1640), il Focetto (m. 1609), lo Spiaggi (m. 1554) e il Molinatico (m. 1549). Qui la forma del rilievo è di cresta irregolare, con andamento presso a poco da ovest ad est. Gli altri nuclei o gruppi che fanno

seguito a questi, verso levante, non appartengono più alla Liguria.

Il sistema montuoso della Liguria orientale, di cui ho così enumerato i principali nuclei, offre importanti propaggini, che meritano particolar menzione. Fra queste vuol essere accennata una catena secondaria, la quale, distaccatasi dallo spartiacque principale nei pressi della Scoffera, si dirige da prima verso il mare, poi corre parallelamente al lido fra Quarto e Zoagli, limitando così a sud-ovest la valle della Lavagna. Una delle diramazioni di questa catena secondaria si protrae nel Golfo di Genova, formando il Promontorio di Portofino (m. 610). Altra catena secondaria, che diramasi dal medesimo sistema montuoso, si distacca dal nodo del Penna e si dirige a sud-est, continuandosi poscia nel promontorio occidentale del Golfo della Spezia. Presso le sue origini sono allineati il Monte Zatta (m. 1400), il Porcile (m. 1249), il Zenone (m. 1072), il Pù (m. 1001).

I contrafforti o le propaggini della catena principale tanto nella Riviera di Ponente, quanto in quella di Levante, giungono fino al mare e perciò non si danno nel nostro territorio che poche ed anguste pianure o piuttosto piani inclinati che corrispondono alla confluenza dei maggiori corsi d'acqua o pure ad antichi lidi emersi. Tali sono: il piano d'Albenga, il più esteso della Liguria, prodotto dalle alluvioni del Centa; il piano di Vado, dovuto ai depositi del Segno e del Quiliano ed anche verosimilmente alla emersione del litorale; il piano di Chiavari, formato dalle torbe dell'Entella e da un antico spostamento nei livelli rispettivi del mare e della terra emersa.

Il nucleo della catena centrale testè accennato, nucleo compreso fra le sorgenti del Gesso e quelle della Gordolasca, mentre si mostra assai alto e complicato, pel numero e lo andamento delle sue diramazioni, ci presenta lungo il versante settentrionale della Cima dei Gelas e sul fianco N. e N.O. del Clapier alcuni piccoli ghiacciai, residuo di altri assai più sviluppati che occupavano in tempi remoti quelle

vallate. Depositi morenici, massi erratici ed altri avanzi di antichi ghiacciai si trovano in parecchi punti delle valli della Tinea, della Vesubia, della Roia e del Tanaro.

Il Litorale.

Il litorale della Liguria descrive fra Portovenere e il Capo delle Mele un arco irregolare, più aperto, cioè, verso ponente che verso levante, il cui punto più insenato corrisponde presso a poco a Voltri. Quest'arco costituisce il Golfo di Genova. Da Albenga alla foce del Varo, la costa si continua con linea lievemente arcuata, la cui convessità è rivolta verso il mare, mentre a levante di Portovenere si apre il Golfo della Spezia, sinuosità profonda una diecina di chilometri dall'asse diretto da N.O. a S.E.

Il litorale è in complesso poco frastagliato. A ponente del Golfo della Spezia, che ne costituisce la incisione più profonda, incisione dentellata alla sua volta di piccoli capi e promontori (fra i quali s'internano, lungo il lido occidentale, i seni della Castagna, del Varignano, delle Grazie, di Panigaglia e, lungo l'orientale, il seno di Lerici ed altri minori), la costa si mostra alta, scoscesa e poco sinuosa, fino a Sestri Levante. La sua uniformità è rotta, in quel tratto, dal piccolo promontorio del Mesco e dalle anfrattuosità di Levanto, Bonassola e Moneglia. A Sestri Levante, una eminenza rocciosa, altre volte circondata dal mare, l'*Insula Segestri* degli antichi, ora collegata al lido da una lingua di sabbia, è limitata, a levante e a ponente, da due piccole cale, una delle quali fa ufficio di porto.

Dalla penisola di Sestri a Rapallo, havvi un lido quasi rettilineo, per buon tratto sabbioso, e rupestre nel rimanente. Oltre il Golfo di Rapallo, si aderge il Promontorio di Portofino, il quale si protende per ben 6 chilometri, con direzione meridiana, raggiungendo l'altitudine di 610 metri. Nello stesso promontorio, son da notarsi le cale o porticelli di Santa Margherita, Paraggi, Portofino, S. Fruttuoso e

Camogli. Presso gli abitanti della città e dei villaggi addossati al monte e sparsi lungo i litorali adiacenti si svilupparono mirabilmente le attitudini marinaresche, talchè molti di loro sono dediti alla navigazione e alle industrie affini.

Da Recco a Genova, il litorale corre quasi uniforme, roccioso ed alto, tranne alle foci dei torrenti. Il seno di Giano, per se stesso poco esteso e mal riparato, divenne, coll'andar dei tempi e per la costruzione di ingenti opere esterne ed interne, uno dei porti più vasti e sicuri del Mediterraneo [1].

Fra Genova e Savona, sono a notarsi lungo il lido, generalmente rupestre e poco anfrattuoso, le spiaggie che si estendono alla foce della Polcevera e di contro a Sestri e le piccole punte ofiolitiche di Sant' Andrea, Prà e Pegli.

A Savona, si trova una insenatura volta a levante, il porto, le cui esigue proporzioni originarie furono assai ampliate dall' arte. Seguono la rada di Vado, dalle spiagge e dal fondo di molle rena, quindi le rupi dolomitiche di Bergeggi coll' isolotto omonimo e il Capo di Noli, alto sul mare e tagliato a picco.

A ponente del Capo di Noli, sono a ricordarsi le anguste spiagge del Finalese, le quali si continuano in alcuni tratti con vere dune, addossate al monte che si leva a breve distanza dal lido. Nel punto denominato Arene Candide, a S.O. di Finalmarina, le sabbie silicee della vicina spiaggia ammantano le falde del Monte Caprazoppa fino a circa 90 metri d' altitudine.

Procedendo nella medesima direzione, s' incontra il piano alluviale d' Albenga, dovuto in gran parte a recenti depositi del Centa, piano in cui, per l' insufficiente pendenza del suolo,

[1] Lo specchio del porto di Genova misurava nel 1890 ettari 210. 4, di cui 104, 5 per l' avamporto e 105. 9 pel porto interno. Allorchè saranno compiuti i lavori in corso di esecuzione, cioè nel 1892, le calate del porto adibite alle operazioni commerciali (escluse quelle che servono al semplice approdo) avranno m. 9581 di sviluppo.

dilagano e stagnano alcuni rivi. Di contro alle colline calcaree che limitano a mezzogiorno la formazione alluviale, emerge uno scoglio della medesima natura, l'isola Gallinaria, a 750 metri dalla riva. Segue, oltre Alassio, un altro lido sabbioso, poi un piccolo promontorio, il Capo delle Mele, che presenta sulla pendice settentrionale i resti di un'antica duna. Da questo promontorio la costa si continua con curva irregolare fino al Capo di Sant'Ampeglio o Foraneo, presso Bordighera, e presenta, a Diano Marina, Oneglia, Porto Maurizio e San Remo, lievi insenature convertite in porti o punti d'approdo, mercè moli e gettate. I capi Cervo, Berta, dell'Arma, Verde, e Nero, nel medesimo tratto, sono prominenze appena degne di nota.

Da Bordighera alla foce del Varo, il lido corre più anfrattuoso e sbocconcellato, presentando successivamente, al viaggiatore che procede verso la Francia, le terre basse, alluviali e sabbiose che giacciono alle foci della Nervia e della Roia, la piccola punta della Mortola, le rupi ferrigne dei Balzi Rossi, la conca pittoresca di Mentone, limitata a ponente dal Capo Martin, poi, sotto i greppi della Turbia, il piccolo promontorio di Monaco col suo porto naturale, e il minuscolo Capo d'Aglio, formato di deiezioni vulcaniche; quindi, dopo altre dentellature poco profonde, la penisola di Sant'Ospizio dalle rive frastagliate, che si protende a mezzogiorno per ben 4 chilometri e forma, insieme al Capo Boron, la Baia di Villafranca, ottimo e vasto rifugio alle navi, e finalmente, oltre l'angusta incisione offerta dal porto di Nizza, appiè della rupe sulla quale sorgeva il Castello, una lunga spiaggia arcuata che accoglie alla estremità orientale lo scarso tributo del Paglione e alla estremità opposta, ove è più protratta, la foce del Varo, foggiata ad estuario anzichè a delta.

Le isolette adiacenti al litorale ligure sono, come ognun sa, in piccolo numero, e possono dirsi propriamente propaggini di rilievi continentali più prossimi. Oltre alla Gallinaria, e a quella di Bergeggi, già citate, si riducono alla Palmaria, al Tino o Tiro e al Tinetto o Tiretto, allineate in continua-

zione del promontorio occidentale del Golfo della Spezia. La Palmaria è di gran lunga la più estesa.

Le spiagge delle due Riviere, hanno in generale, come si è detto, poco sviluppo, e son tutte più o meno subordinate alle foci dei maggiori corsi d'acqua. Si osserva pure che le sabbie e ghiaie di queste spiagge si estendono quasi sempre a levante delle foci più che a ponente; ciò non già per opera della corrente litorale, come si ammetteva altre volte, ma in consegnenza del moto ondoso, e subordinatamente alla traversia dominante. I ciottoli e i massi sono distribuiti di preferenza lungo il lido, presso gli sbocchi dei torrenti più impetuosi; sul fondo marinò, essi rimangono limitati ad una zona angustissima adiacente alla riva.

In ordine ai rapporti tra la dentellatura del litorale e la sua costituzione litologica, è lecito argomentare che le formazioni eoceniche, e in ispecie le calcari, corrispondano ai lidi più uniformi. Certo è che i frastagli più risentiti della costa son quelli del Golfo della Spezia, che si apre fra rocce secondarie, e del Nizzardo, in cui dominano assise giurassiche e cretacee. L'insenatura fra il Capo di Portofino e Savona, che forma il fondo del Golfo di Genova, è dovuta probabilmente alla erosione del conglomerato miocenico, verificatasi più rapidamente ed agevolmente rispetto a quella delle altre formazioni. Come si può inferire dai lembi di Portofino, di Celle e dei pressi di San Martino d'Albaro, quel conglomerato doveva costituire originariamente una falda continua.

Nella Riviera di Ponente, merita di fissar l'attenzione dell'osservatore la forma regolare di gran parte dei capi o promontori, nei quali il dosso è pianeggiante, mentre i fianchi sono assai ripidi. Fra questi, che si distinguono da lontano pel profilo rettilineo, citerò i capi d'Arenzano, Invrea, di Noli e Verde. La medesima disposizione a terrazzo è visibile nelle alture di San Vito, di Carignano, di San Benigno, situate a Genova stessa. Io l'attribuisco ad un vero terrazzamento marino, verificatosi alla fine dell'epoca pliocenica, colla emersione del territorio ligure, e subordinato all'altitudine del

sollevamento postpliocenico. Certo è che a Genova, ove il terrazzo raggiunge da metri 70 a 90 d'altitudine, le assise plioceniche sono alte, al massimo, appunto 90 metri, mentre, verso ponente, la maggiore altitudine del dorso rettilineo dei capi corrisponde al livello più elevato dei depositi della stessa epoca.

Non escludo che in alcune eminenze litorali si accusi più d'un terrazzo e che il più alto risalga ad una delle fasi del miocene, ma le tracce di cui si tratta, se pure sussistono, sono in Liguria poco nette e di dubbia interpretazione.

Vuolsi pure accennare ad un piccolo gradino quaternario di altezza variabile sul mare, non mai superiore però ai 20 metri, che si manifesta alla Penisola di Sant'Ospizio, ai Balzi Rossi, presso Mentone, e, meno chiaramente, presso Albenga, Cogoleto e Voltri.

Il fondo del Golfo di Genova.

In ordine alla configurazione sottomarina, la carta idrografica del mare di Genova, recentemente rilevata dagli ufficiali della R. nave *Washington*, sotto il comando del capitano Magnaghi, permette di fare le osservazioni seguenti:

Lungo la parte orientale della Riviera di Levante, le acque essendo basse, la linea batimetrica di 50 metri corre piuttosto lontana da terra, poi, grado grado, si accosta fino a Genova, ove dista circa un miglio geografico dalla riva. Dicontro alla Riviera di Ponente, passato Voltri, la stessa linea si fa, poco a poco, più vicina alla costa, seguendone le anfrattuosità; si osserva, inoltre, che si insinua verso la riva in corrispondenza alle foci di alcuni torrenti.

La linea di 100 metri ha presso a poco lo stesso decorso della precedente, mantenendosi in generale a breve distanza da terra, specialmente tra Savona e Ventimiglia. È notevole la sua prossimità ai capi di Noli, delle Mele e di Sant'Ampeglio; da quest'ultimo verso la foce del Varo, si allontana dalla riva. Essa offre piccole convessità ben manifeste, rivolte verso

le foci del Bisagno, della Polcevera, del Quiliano, dell'Argentina e della Roia.

La linea di 200 metri, mentre si mantiene assai distante dal litorale dalla parte del Golfo della Spezia [1], se ne approssima poi verso il Capo Mesco (fino a 3 miglia e $^1/_4$) e il Promontorio di Portofino, per allontanarsene ancora di contro al fondo del Golfo Ligustico; poi, di bel nuovo, si accosta alla terra, lungo la Riviera di Ponente, presentando sinuosità dirette verso le foci dei torrenti già ricordati.

La linea di 500 metri si mantiene, fra la bocca del Golfo della Spezia e il Capo Mesco, assai lontana da terra (passa a 25 miglia a S.O. di questa punta): poi si avvicina notevolmente all'altezza di Moneglia e si fa quasi parallela alla costa fino in faccia a Voltri, per appropinquarsi sempre più e seguir la linea di 200 metri quasi parallelamente, fino alla foce del Varo. Essa linea passa ad un miglio e mezzo [2] al largo del Capo di Noli. Le sinuosità della linea precedente, situate dinanzi alle foci dei corsi d'acqua, si accusano pure nella linea di 500; vi si scorge anche ben netta un ansa di contro alla Nervia.

La profondità incomparabilmente minore della parte orientale del Golfo di Genova, in confronto dell'occidentale, dipende forse, in piccola parte, dalle torbe della Magra, ma è principalmente dovuta, io credo, ad antichi fenomeni endogeni (bradisismi), di cui tratterò più innanzi.

La linea di 1000 metri, che si mostra meno irregolare delle altre, forse perchè tracciata colla scorta di scandagli meno fitti, passa nel mezzo del Golfo di Genova, a mezzogiorno di questa città. Verso levante, accenna con una propaggine ad avvicinarsi al litorale, in corrispondenza del Pro-

[1] Dista circa 7 miglia dalla estremità S.E. dell'isola Palmaria.

[2] Le miglia di cui si tratta in questo capitolo sono sempre miglia geografiche, cioè di 60 al grado.

montorio di Portofino; verso ponente, segue la linea di 500 m. e passa ad una distanza dalla costa variabile fra 8 e 14 miglia. Vi si ripetono, ma poco chiaramente, alcune delle flessuosità della linea di 500 metri, corrispondenti ai corsi d'acqua.

La linea di 1500 metri si può dire inscritta nella precedente, di cui imita l'andamento nei tratti principali.

Da N.E. a S.O., parallelamente alla riva, ad una distanza più o meno grande, non mai inferiore però alle 12 miglia, si trova una valle o meglio una depressione sottomarina, la cui profondità supera 2000 metri. Al Capo dell'Arma e al Capo San Lorenzo, essa dista da terra appunto una dozzina di miglia. A S.O. di Genova, presso la corda dell'arco formato dal golfo, la profondità è di m. 2081; poco lunge, verso il largo, cresce rapidamente a 2372 e si continua così fino a 2500 ed oltre, fuori della regione contemplata in questo libro.

Si deve poi avvertire che a circa 31 miglio dall'Isola Palmaria, verso S. S.O., si aderge dai fondi compresi fra 500 e 1000 metri un'area assai meno depressa (in alcuni punti si trova soltanto a metri 187 e 194 sotto la superficie) che accenna ad un'isola sommersa, la quale, se calasse il livello del mare di soli 500 metri, emergerebbe per una lunghezza di oltre 6 miglia.

Al battente del mare, e fino a piccolissima profondità, che a mia cognizione non supera i 15 metri, si trovano spesso, lungo le nostre rive rupestri, di preferenza alle foci dei corsi d'acqua, ciottoli e ghiaie; altre volte il fondo è costituito di sabbia, che raramente scende al di sotto dei 10 metri. Fatta astrazione della zona litorale di acque sottili, il mare di Genova ha quasi esclusivamente per fondo una melma impalpabile, bigia, di cui descriverò in altro capitolo i caratteri. Per eccezione, lo scandaglio accusa alti fondi rocciosi e sabbiosi. Si trova roccia, a cagione d'esempio, a 295 m., nel rilievo sottomarino esistente fra la Palmaria e la Gorgona, sabbia, invece, fra 85 e 90 m., di contro a Porto Maurizio.

La presenza della sabbia a profondità maggiore del

consueto può addursi ad indizio di recente avvallamento di un fondo marino, in altri tempi meno depresso.

Laghi ed Acquitrini.

Nella medesima regione della catena centrale in cui persistono i ghiacciai si danno piccoli laghi, in gran parte morenici. Citerò, tra quelli del versante meridionale, il Lago Lungo, all'altitudine di metri 2672, i laghi di Valmasca, un po' meno elevati (m. 2219-2280), il Lago del Basto (m. 2339) e, in altra parte meno discosta dal mare, i Laghi delle Meraviglie, noti per le antiche incisioni rupestri che si osservano lungo le loro rive. Si danno pure laghetti di carattere alpino nell'alta valle della Tinea, alle origini dei valloni di Mollière e di Castiglione, e sulle pendici del Monte Tinibras.

Tra i monti più generalmente compresi sotto il nome di Apennini Liguri, non si trovano che piccoli stagni od acquitrini a torto nobilitati col titolo di laghi: tal' è il Lago delle Lame, alle origini dello Sturla e presso lo spartiacque, il quale sembra alimentato da fonti vive; tale era il così detto Lago Laione sul Monte Ermetta, palude ora prosciugata artificialmente.

A quanto mi riferisce il sig. G. B. Dellepiane, si formò nel 1872, presso Carega, un laghetto denominato Daglio, causa lo sbarramento del Borbera determinato da una frana; ora lo stesso torrente, avendo rimosso l'ostacolo, il lago è scomparso.

I piccoli acquitrini del territorio d'Albenga e i così detti Stagnoni, presso la Spezia, ora in gran parte prosciugati per opera dell'uomo, dipendono io credo da un fenomeno diverso: da che, cioè, il cordone litorale formato dal mare, lungo la spiaggia, impedisce o ritarda lo scolo dei rivi che lentamente scorrono nella pianura alluviale del Centa e in quella della Spezia.

Un posto ben maggiore spetta nella geografia locale agli ampi bacini formati artificialmente, mercè robuste dighe, nella

valle del Gorzente, ad oltre 600 m. d'altitudine, allo scopo di alimentare il nuovo acquedotto De Ferrari-Galliera. I due laghi, che ben meritano d'essere considerati come tali, accolgono l'uno, fin 2 261 167 metri cubi, l'altro fin 3 638 039 d'acqua.

Corsi d' acqua.

Subordinatamente alla disposizione della catena montuosa principale che adempie all'ufficio di spartiacque nel nostro territorio, i maggiori corsi d'acqua s'incontrano alle due estremità dell'arco formato dalle due Riviere, mentre nella parte media non scorrono che magri torrentelli.

Per l'ampiezza del proprio bacino, per la copia del tributo che reca al mare, come pure per lo sviluppo in lunghezza (circa 110 chilometri), il Varo [1] è di gran lunga il fiume più importante della regione ligure, alla quale non appartiene tuttavolta che in parte. Il suo primo tratto è diretto da O. N.O. ad E. S.E., poi assume orientazione N.-S. fino alla sua foce, che è destituita di delta ed offre invece un piccolo estuario. La Tinea che, tortuosamente corre da O. N.O. ad E. S.E. poi da N.O. a S.E., e la Vesubia, la cui direzione generale è N. N.E - S. S.O., sono gli affluenti del Varo più cospicui. Vuolsi avvertire, infine, che questo fiume non travolge più nell'ampio suo letto, verso la foce, che sabbie e ghiaie.

Il Varo propriamente detto trae principalmente le sue origini dal Monte Sestrières, la Tinea scende dall'Incastraia e la Vesubia dalla Fremamorta, dalla Cima dei Gelas e dalla Rocca dell'Abisso.

A Nizza, poco lunge dalla foce del Varo, sbocca il Paglione, piccolo torrente formato dalla riunione di due affluenti,

[1] Fra Leandro Alberti scriveva nel 1500 *Varro* invece di Varo.

il Paglione propriamente detto e il rivo di Contes, che scendono dalla Cima del Roccaillon e dal Pian Reibert. All'Escarena, il torrente ha il suo letto a 366 m. sul livello del mare. Dalla direzione (N.E.-S.O.) assunta da questo corso d'acqua, nel suo ultimo tratto, si può argomentare che in altri tempi si riunisse al Varo. A sussidio di tale ipotesi, si può anche addurre il fatto che gli antichi depositi dell'uno si compenetrano e si confondono con quelli del secondo.

La Roia o Roja (¹) che, scende dai monti di Tenda, dai contrafforti del Clapier, dalla Rocca dell'Abisso, dal Monte Bertrand ecc., ha un decorso di circa 52 chilometri (computando solo i meandri più risentiti del suo alveo), con direzione generale N.-S., che si converte nell'ultimo tratto in N. N.O. - S. S.E. Essa riceve numerosi affluenti, fra i quali, lungo la riva destra, la Bevera, a breve distanza dalla foce, e, lungo la riva sinistra, il Riofreddo e il Levenzo, nella parte superiore del suo corso, e finisce in breve estuario.

La Nervia trae principalmente le sue origini alle pendici dei Monti Toraggio, Pietravecchia, Carmo Ciaberta, Ceppo ecc. e, mentre comincia a dirigersi da N. E. a S. O., segue poi la direzione generale N. - S., con uno sviluppo di 24 chilometri, tenendo conto del solo tratto che si trova a valle della confluenza dell'Arnauta coll'Incisa. Confinata in alveo incassato ed angusto, nel primo tratto, scorre a mezzogiorno di Camporosso in ampia valle sabbiosa.

L'Argentina o fiume di Taggia è formata dalla riunione dei torrenti Prino, Vasia e Moltedo, che derivano dai monti Saccarello, Collardente, Frontè e Monega. Dai Molini di Triora alla foce, misura circa 24 chilometri di corso assai tortuoso, con direzione prevalente da N. a S. È notevole a monte di Taggia il suo alveo profondamente incassato e rupestre.

Tralasciando di enumerare torrentelli e rivi che innaf-

(¹) Anticamente *Rotta* o *Rutuba*.

fiano la regione litorale a levante dell'Argentina, ricorderò ancora, in questa parte della Riviera, l'Impero e il Merula, diretti nella prima parte del loro percorso da O. ad E., poi da N. N.O a S. S.E., raccogliendo il primo le acque del Monte Grande, il secondo quelle del Pizzo d'Evigno.

Assai più importante è il Centa, non per la lunghezza del suo corso, ma per l'ampiezza del proprio bacino idrografico, le cui acque affluiscono da tre arterie principali: il Lerrone, diretto prima da O. ad E., poi da S.O. a N.E., l'Arroscia o Aroscia, che corre da ponente a levante, e il Neva o Nevia, più cospicuo degli altri due, con direzione generale da N.O. a S.E. Dalla origine, o meglio dalla confluenza dell'Arroscia col Neva fino alla foce, il Centa non misura che tre chilometri; ma l'Arroscia, dal suo incontro col Possetto, presso Mendatica, fino al punto in cui prende nome di Centa, ha almeno 33 chilometri di sviluppo ([1]).

Le origini dell'Arroscia si trovano tra i monti Frontè, San Martino e Rocca del Bano, quelle del Neva fra i monti Caprauna, Nasino, Galè e San Bernardo.

Dopo il Centa, il progressivo avvicinarsi del litorale allo spartiacque e la minor altitudine della catena principale hanno per conseguenza lo impicciolirsi dei torrenti della Riviera. Il Varatiglia o fiume di Toirano, dal suo incontro col rivo Carpe alla foce, che trovasi a Borghetto, non ha più che circa 6 chilometri di lunghezza; il Nimbalto, il quale mette a Loano, raggiunge appena uno sviluppo di 8 chilometri e così la Maremola, che ha foce a Pietra Ligure.

Il Porra e l'Aquila incontratisi a Finalborgo, il primo dopo circa 11 chilometri di corso, il secondo dopo poco più di 8, procedono poi uniti fino a Finalmarina, sotto il nome di

---

([1]) Ad Ortovero, una derivazione dell'Arroscia per uso industriale ha una portata ordinaria di 150 litri ed una minima di 120 al secondo. Alla Begudda, la portata ordinaria di una deviazione del Neva è di 250 litri e la minima di 150 al secondo.

Porra, per un tratto di un chilometro e mezzo. Il fiume di Pia e il Segno sono umili rivi, talvolta asciutti; ma il Quiliano, che trae le sorgenti dai monti Alto e Baraccone, merita maggior considerazione per la sua lunghezza (12 chilometri) e per la copia delle acque.

Il Lavagnola, pur denominato Letimbro, il quale riceve i tributi dei monti San Giorgio e Lavesin e s' impingua di un grosso affluente, il Lavanestra, può dirsi emulo del Quiliano. È presumibile che, essendo in altri tempi più protratta verso il mare la costa del Savonese, i tre torrenti Segno, Quiliano e Lavagnola, convergenti alle foci loro, si riunissero in unico fiume.

Il Sansobbia, alimentato dagli scoli del Giovo di Santa Giustina e dell' Ermetta, corre per una quindicina di chilometri prima di toccare Albissola Marina, ed accoglie alcuni affluenti, il maggiore dei quali è il Riobasco ([1]).

Il Teiro, l' Arestra, la Cerusa, il Leiro, il Praniga, il Varenna, il Panigaro, corrispondono a quel tratto di spartiacque che più si accosta al mare, talchè il loro corso è brevissimo; adempiono perciò ad un ufficio meramente locale ([2]).

La Polcevera, l' antica Porcifera, è canale di scolo di un bacino più esteso che raccoglie le acque di una ampia corona montuosa, alla quale appartengono l' Orditano, il Monte delle Figne, il Leco ([3]), il Monte Calvo, il Capellino ed altri minori. Dalle sue fonti fino alla confluenza colla Secca, per un tratto di circa 8 chilometri, prende il nome di Verde e mette poi

([1]) A Santa Giustina, la portata ordinaria di una derivazione del Sansobbia è di 100 litri e la minima di 40 al secondo.

([2]) La Cerusa fornisce al cotonificio Gandolfo e Rolla un volume di acqua della portata ordinaria di 350 litri e minima di 280 al secondo. Un ramo del Leiro, l' Acquasanta, offre poi portata ordinaria di 500 litri e minima di 350.

([3]) Questo nome è scritto Lecco nelle carte odierne.

al mare, dopo uno sviluppo di altri 10 chilometri, con direzione N. N.E. - S. S.O. ([1]).

Dopo la Polcevera, altro corso d'acqua notevole per lo andamento e lo sviluppo, è il Bisagno, il quale dalle sue prime fonti, alle falde dei monti Castelluzzo e Candelozzo, fino alla foce, descrive una curva assai tortuosa di ben 25 chilometri (senza tener conto dei piccoli meandri).

Nel primo tratto, questo torrente si dirige da N. a S., poi volge da levante a ponente, indi, a valle di Molassana, segue la direzione predominante dei corsi d'acqua di quel territorio, vale a dire N. N.E. - S. S.O.

A levante del Bisagno, i magri rigagnoli, noti sotto i nomi di Sturla, torrente di Nervi, di Sori, di Recco, meritano appena di essere ricordati. Del Foggia o torrente di Rapallo è da menzionarsi la circostanza che essendo interposto fra i rilievi del Promontorio di Portofino e la catena litorale, contrafforte dell'Apennino principale, corre da O. N.O. ad E. S.E. Tale è pure la direzione prevalente della Lavagna (il principale affluente dell'Entella), che scende dal Monte Lavagnola e riceve numerosi tributi dal Caucaso, dal Rondanara e dal Ramaceto ([2]). A Carasco, la Lavagna si unisce allo Sturla, le cui fonti derivano dai monti Fassa, Bregaceto, Colmo Riondo, delle Lame, Aiona, Nero e Penna e procede da N. N.E. a S. S.O., per formare l'Entella, che tosto si arricchisce dal Graveglia, nato principalmente dai rivi del Monte Zatta.

Il Graveglia e lo Sturla hanno un corso breve, ma sono ricchi d'acque perenni, perchè provengono dagli alti contraf-

---

([1]) Al Borghetto, una derivazione della Polcevera forma una roggia della portata ordinaria di 400 litri e minima di 200 al secondo. Al Ponte della Secca la copia d'acqua incanalata per uso industriale è notevolmente maggiore.

([2]) La valle del Lavagna è più conosciuta in Liguria sotto la denominazione di valle di Fontanabuona.

forti del Monte Penna; il Lavagna, all'incontro, quantunque dotato di più esteso bacino idrografico, essendo formato dagli scoli di una regione relativamente arida e poco elevata, rimane quasi asciutto nella stagione estiva e non reca abbondante tributo che in seguito a pioggie.

Il Lavagna, coll'Entella, che può considerarsi come sua diretta continuazione, misura non meno di 35 chilometri di sviluppo.

A monte del ponte della Maddalena, sull'Entella, le piene raggiungono abitualmente m. 3, 50 d'altezza sul letto, il quale ha qui una pendenza di 1, 60 per 1000 e larghezza di m. 72. La velocità media delle acque, in tempo di piena, è di circa m. 2, 56. La portata media di 7 piene raggiunse m. cubi 690 per secondo, per altre 9 fu di m. c. 311, e per altre 4 di m. c. 384 [1].

A Riva presso Sestri, mette foce il Petronia, dopo 13 chilometri di corso.

Del Gromolo e dei rivi di Moneglia, Deiva, Framura, Levanto non giova intrattenersi; e per compiere l'enumerazione dei fiumi che mettono foce nel Mar Ligure, non resta da considerare che la Magra, la quale attinge le sue acque al nucleo montuoso cui appartengono il Gottero, il Poggione, il Focetto, lo Spiaggi, il Borgallo, il Molinatico ecc. La direzione generale di tal fiume, da Pontremoli ad Aulla, è N. N.O.-S. S.E.; poi assume orientazione N.E.-S.O. fino a Santo Stefano Magra, e, in ultimo, per l'azione direttiva esercitata sul suo corso dalla Vara, volge da N.O. a S.E. Questa, che è il principale affluente della Magra, trae il suo maggior tributo dai monti Zatta, Ventarola, Zuccone, Centocroci, Scassella, Gottero ed ha uno sviluppo di più di 50 chilometri, maggiore, cioè, di quello della Magra propriamente detta.

Sarebbero ora a registrarsi alcuni corsi d'acqua, i quali scendono dalle falde settentrionali dei monti liguri e, per via

[1] Questi dati sono desunti da osservazioni del sig. Q. Passaglia.

più o meno indiretta, conducono i loro tributi alla grande arteria padana e quindi all'Adriatico; alludo principalmente al Tanaro, alle tre Bormide di Millesimo, di Mallare e di Spigno, all'Erro, all'Olba od Orba, alla Stura, al Lemmo o Lemme, alla Scrivia, alla Trebbia ed al suo affluente Aveto. Siccome intendo occuparmi qui precipuamente della Liguria Marittima e non indugiarmi nella parte geografica della mia disquisizione, noterò soltanto, in proposito, che la Scrivia, correndo per lungo tratto, tra le sue sorgenti (ai monti Arzenasco e Prelà) e Casella, da levante e ponente, presso lo spartiacque, adempie ad una funzione importante nella idrografia della regione ligure. Una osservazione analoga potrebbe esser fatta in ordine all'Aveto, il quale dai monti Rimaglia, della Guardia ed Arietta, corre con direzione prevalente S.O.-N.E., fino alla Trebbia, in cui sbocca a Ponte Organasco.

Parte delle acque del Gorzente, tributario dell'Orba, sbarrato artificialmente, presso Le Lavezze e Lagolungo, in guisa da costituire ampi serbatoi, vien diretta per mezzo di acquedotto sotterraneo attraverso il crinale nella valle del Verde e fino a Genova [1]. Similmente, anche una parte del tributo della Scrivia, a monte di Busalla, è sottratta dall'uomo al suo bacino idrografico e condotta al mare [2].

È a desiderarsi, nell'interesse della zona litoranea del Genovesato, nella quale la popolazione è tanto densa e industriosa, che sieno praticate su più larga scala derivazioni d'acqua dal versante settentrionale, ciò specialmente ad uso di forza motrice.

Non pochi dei nostri torrenti montani, principalmente tra quelli della Riviera di Levante, quando il loro corso fosse

[1] Questo acquedotto è sufficente ad assicurare una erogazione costante di 500 litri al secondo.

[2] Dalla Scrivia l'Acquedotto Nicolaj estrae un volume d'acqua le cui portate massima, ordinaria e minima sono di 480. 250 e 200 litri al secondo.

opportunamente regolato, mediante sbarramenti e chiuse, sarebbero suscettibili di somministrare grande potenza motrice, e a questo titolo debbono essere considerati come fattori di ricchezza industriale, tanto più importanti, inquantochè a noi manca quasi completamente il combustibile minerale che altrove è il maggior produttore di forza in servizio dell' uomo.

Mancano disgraziatamente precise misure idrometriche della maggior parte dei corsi d' acqua che scendono dai monti liguri e poco si conosce, in tesi generale, circa il regime delle nostre acque. Si può asserire, tuttavolta, che questo regime, in seguito al taglio dei boschi e all' estendersi delle colture, subì alterazioni profonde.

Idrografia sotterranea.

L' idrografia sotterranea della Liguria è in gran parte quella dell' Apennino. Abitualmente, alla base dei depositi recenti e quaternari, ove giacciono sulle rocce salde dell'eocene e delle formazioni antiche, si trova una falda acquifera che alimenta pozzi. Questo fatto si verifica nelle valli della Roia, della Nervia, dell' Argentina, del Centa, nel piano di Albenga, in quello di Loano, a Sampierdarena, a Rapallo, a Chiavari, a Sestri Levante e nei pressi della Spezia. La profondità dei pozzi indica generalmente la spessezza approssimativa di siffatti depositi. Ove si hanno, nel sottosuolo, al di sotto delle alluvioni quaternarie, marne ed argille plioceniche, queste servono di letto alle acque sotterranee, le quali spesso si fanno perciò selenitose. Tali sono le acque di alcuni pozzi di Genova (nella parte bassa della città), di Savona e di Albissola. I depositi miocenici, ad eccezione di certi banchi argillosi del langhiano e del messiniano, sono ordinariamente permeabili e perciò aridi; ma allorchè le assise del miocene riposano sopra rocce antiche e compatte, il piano di contatto suol essere acquifero. Infatti, si vede stillare

acqua in molti punti alla base degli strati della pietra di Finale, (calcare arenaceo e calcare grossolano), la quale giace sopra calcari e scisti del trias.

L'acqua non penetra d'ordinario attraverso agli strati di calcare marnoso dell'eocene se non sono infranti o fissurati, ma scorre facilmente nei meati fra uno strato e l'altro. Siffatta circostanza spiega perchè certi torrentelli, ricchi di acqua, in un tratto del loro corso in cui l'alveo loro corrisponde alla superficie di uno o più strati orizzontali o quasi, si trovano asciutti nel tratto successivo, in cui il letto loro taglia le testate di strati verticali od assai inclinati della medesima natura.

Il circolare delle acque fra strato e strato porge una ragione plausibile del disperdimento di sorgenti verificatosi molte volte nel nostro territorio, per l'apertura di gallerie ferroviarie attraverso a stratificazioni verticali od assai inclinate. Non solo avvenne che si inaridissero o scemassero le polle situate superiormente lungo l'asse della galleria, ma ancora (come sul Monte Biassa, sopra la nuova galleria attraverso ai Giovi ecc.), quelle che scaturivano ad una certa distanza lateralmente.

Le arenarie sottostanti ai calcari a fucoidi, a causa della loro compattezza e per gli straterelli di scisti tegolari, bene spesso compresi fra le loro assise, sono poco pervie alle acque; così pure, d'ordinario, i calcari e gli scisti nummulitici, cretacei, giuraliassici. Tal'è ugualmente il calcare dolomitico del retico, nei pressi di Spezia, ad eccezione dei tratti in cui assume struttura cavernosa ed è attraversato da fratture.

Simili condizioni si danno indubbiamente nel lido occidentale del Golfo della Spezia, lungo una linea che passa per Cadimare, Marola, S. Vito, Spezia (immediatamente a levante dell'arsenale), S. Benedetto ecc. Si trovano su questa linea varie *sprugole*, fontane e sorgenti, fra le quali la nota polla di Cadimare, poderosa colonna d'acqua dolce che scaturiva a 82 metri di distanza dalla riva di Marola, formando alla superficie marina un circolo di circa 8 metri di diametro, in mezzo al

quale, causa la spinta, era difficile mantenersi ad un battello. La profondità era, alla periferia della polla, di m. 14, 78 a 16, 55 e, al centro, di m. 15, 11. Le nuove banchine sono omai contigue ad essa ed anzi, in seguito alla loro costruzione, una piccola parte delle sue acque trapela dalla terra emersa. Fin qui i tentativi fatti per allacciare il getto maggiore andarono falliti.

Le sprugole possono dirsi depressioni acquitrinose (entro masse rocciose calcaree, salde), occupate da materiali d'alluvione recenti, e dalle quali in copia più o meno grande, secondo la stagione e secondo le circostanze meteorologiche, sgorgano acque, accompagnate da sabbia finissima. Esse costituiscono un suolo infelicissimo per le costruzioni, imperocchè cedono perennemente sotto il peso dei materiali. Quella che fu attraversata dal muro di cinta dell'arsenale, alla Spezia, non è altro che una antica polla sottomarina (analoga alla sorgente di Cadimare), la quale, pei sedimenti che colmarono in tempi recenti il fondo del golfo, è ora in parte coperta, accecata, dai materiali sovraincombenti.

I fatti suesposti accennano, prima di tutto, ad una estesa frattura, dalla quale sorgono le acque provenienti per condotti sotterranei dalla parte più elevata di quel territorio, e sono connessi subordinatamente alla condizione cavernosa delle assise infraliassiche, per cui si verifica in esse una circolazione acquea più attiva.

Anche le formazioni triassiche medie si trovano in condizioni analoghe rispetto alla permeabilità. I calcari dolomitici delle assise inferiori di questo piano sogliono presentarsi per estesi tratti tutti foracchiati e sparsi di meati ed anche di vere caverne, non di rado formate od ampliate dal lento lavorio delle stesse acque. Nel fondo di tali caverne si trovano spesso rivoletti o stillicidi, residuo delle correnti acquee cui debbono l'origine loro. Gli scisti e le arenarie del trias inferiore sono generalmente acquiferi, massime se sottostanno a potenti formazioni terziarie. La medesima osservazione deve farsi in ordine agli scisti del permico; ma ove le rocce

di questo sistema assumono tessitura gneissica o granitica, ove sono intercalate di assise di quarzite, costituiscono zone impermeabili; ciò, beninteso, prescindendo dalle spaccature che possono attraversare la formazione e dai meati compresi fra strato e strato.

I piccoli affioramenti carboniferi non calcarei della Liguria appariscono d'ordinario ricchi d'acque, perchè accolgono e conducono quelle delle assise sovraincombenti.

Le serpentine antiche e recenti sono di loro natura impermeabili, talchè la conca serpentinosa del Gorzente costituisce un fondo naturalmente quasi impervio al lago artificiale delle Lavezze, che alimenta l'acquedotto De Ferrari-Galliera. Ma, ove sono infrante o fessurate, queste rocce acquistano spesso la qualità opposta. Infatti, nelle gallerie minerarie della Riviera di Levante l'incontro della serpentina corrisponde quasi sempre a quello di una zona acquifera. La condizione frammentaria e le fessure estese si danno assai più raramente nell'eufotide, nella diabase, nella diorite e nell'anfibolite. Gli scisti cristallini associati alle serpentine antiche, sia nel gruppo di Voltri, sia nella zona delle pietre verdi propriamente detta, si comportano, rispetto alle acque, come gli scisti del trias e del permico.

Non intendo inferire dalle considerazioni precedenti che la maggiore o minore permeabilità delle rocce e la loro disposizione stratigrafica siano i soli fattori della circolazione sotterranea delle acque. Ognun vede come questa sia anche subordinata alla configurazione del paese, all'altezza assoluta e relativa delle montagne, alle condizioni climatologiche, alla vegetazione ecc.; ma sarebbe qui inopportuno l'esame particolareggiato di tutte le circostanze capaci di esercitare una azione sul fenomeno di cui tengo discorso.

È presumibile che la circolazione delle acque in Liguria si compia quasi esclusivamente a profondità non grande, perchè mancano fra noi le sorgenti calde e sono scarse le così dette minerali. È vero, bensì, che ai confini della regione Ligure si danno tre gruppi notevolissimi di fonti termo-

minerali; uno ad Acqui nel Monferrato e gli altri due presso Vinadio e Valdieri, tra le Alpi Marittime.

Dalle nozioni che possediamo sulla geotermica, dobbiamo argomentare che la Bollente d' Acqui, la cui temperatura è di 75° (cent.), proviene da un livello situato almeno a 2000 m. sotto la superficie terrestre, mentre è probabile che le polle più calde delle terme di Vinadio e di Valdieri (le cui temperature massime sono rispettivamente di 67°, 5 e di 69°) attraversino una zona un po' meno profonda.

La ricerca delle acque sotterranee, mediante trafori artesiani, ricerca fondata sopra dati stratigrafici regionali e locali, non sembra praticabile, in Liguria, che laddove si mostrano allo scoperto formazioni posteriori all' eocene superiore. Nei terreni più antichi, la potenza delle stratificazioni, le pieghe, le contorsioni, gli sconvolgimenti, le fratture lasciano sussistere, nella pluralità dei casi, tali cause d' errore da rendere vani o troppo incerti i suggerimenti della scienza.

Nella ricerca delle vene acquee circolanti negli interstrati e nei meati delle rocce, entro formazioni antiche o recenti, è da consigliarsi l' uso del microfono, il quale permette di percepire anche ad una certa distanza il mormorio di vene sotterranee che sarebbe altrimenti inapprezzabile; ciò, ben inteso, senza escludere l' applicazione dei criteri offerti dalla stratigrafia, dalla presenza e dall' aspetto di certe piante, criteri già consacrati dall' esperienza.

Caratteri chimici delle acque.

In Liguria le acque correnti e sorgive sono quasi tutte potabili e sufficentemente pure. Fanno eccezione alla regola quelle che dilavano le mollasse e le marne mioceniche e plioceniche e ricettano perciò solfato di calcio, sottratto a tali rocce ove ne sono impregnate, nonchè pochi rivi o fonti dotati di proprietà incrostanti. Somministrano acque selenitose, probabilmente perchè queste furono in contatto colle marne del pliocene inferiore, i pozzi che si trovano in Genova, alle falde

dei colli di Carignano e di S. Andrea, nel borgo S. Vincenzo e nel piano alluviale compreso fra l'altura di Carignano e lo Zerbino. Canobbio stima che i pozzi della via dei Servi, in borgo Lanieri, contengano circa un millesimo di selenite, ma si tratta di un computo indubbiamente esagerato.

Certe fonti che pur non possono legittimamente comprendersi fra le minerali, per la copia del bicarbonato di calcio che tengono in soluzione, hanno proprietà incrostanti. Tali sono una fonte che osservai a Feglino, in Val Polcevera, e in tesi generale quelle che scaturiscono in Genova, dai poggi di Granarolo e di S. Francesco di Paola. I piccoli tubi di terra cotta in cui si accoglievano le acque di una di queste sorgenti, nella proprietà del principe Doria Panfili, si otturavano ogni quattro o cinque anni per la copia delle incrostazioni calcari.

L'acqua della sorgente detta *da Barma de Pedas*, nella valle di Mentone, a breve distanza da questa città, quantunque si adoperi ad uso di acqua potabile, è pur calcarifera e forma nei condotti naturali od artificiali in cui scorre un deposito alabastrino: un tal deposito raggiunse nello spazio di 8 anni, entro un tubo di terra cotta, la spessezza di 5 centimetri.

Godevano fama di purissime, nei secoli scorsi, le acque delle sorgenti dette Fontane Morose e la fonte del Ponte Reale, in Genova, tantochè si esportavano a Milano per uso di bevanda.

Parecchie acque potabili della Liguria furono diligentemente studiate dal punto di vista chimico ed igienico. Basterà al mio assunto che io esponga qui qualche cenno intorno a quelle dei due principali acquedotti di Genova, cioè degli acquedotti Nicolaj e De Ferrari-Galliera, perchè porgono esempio di due tipi, piuttosto comuni fra noi, che differiscono alquanto l'uno dall'altro, subordinatamente alla diversa costituzione geognostica dei bacini idrografici da cui provengono.

Le acque dell'acquedotto Nicolaj sono in parte derivate

dal torrente Scrivia, a monte di Busalla, e in parte provengono dalla maggiore galleria ferroviaria dell'antica linea dei Giovi. Il bacino idrografico in cui si raccolgono è formato da calcari, calcescisti, scisti argillosi eocenici (con piccole inclusioni di diabase alterata), coperti per piccoli tratti di conglomerati poligenici, bormidiani e di alluvioni quaternarie o recenti. Esse sono condotte a Genova mediante un canale in muratura, nel primo tratto, e, successivamente, per mezzo di tubi in ghisa. Queste acque sono limpide, incolore, insipide, prive di odore e non abbandonano riposando che quantità appena apprezzabili di materie solide; un litro di esse fornisce, per evaporazione, un residuo, il quale, essiccato con riscaldamento a 180°, pesa in media grammi 0,1717 (G. De Negri).

L'acqua dell'acquedotto De Ferrari-Galliera si raccoglie in due vasti serbatoi formati dallo sbarramento artificiale dell'alta valle del Gorzente e si conduce in città per mezzo di tubi di ghisa. Il bacino nel quale scorre e si raccoglie è prevalentemente costituito di serpentina antica (riferibile al gruppo di Voltri), cui sono interclusi masse o zone di eufotide e di scisti cristallini. Essa è quasi incolora, insipida, priva di odore, e presenta, appena attinta, una leggera opalescenza (dovuta a materia inorganica assai divisa), che scomparisce col riposo, e una debolissima tinta glauca, visibile solo quando il liquido si trova in grandi masse. In un litro d'acqua filtrata, il prof. G. De Negri trovò gr. 0,01232 di pulviscolo che risultò costituito in media di:

Silice	27,270
allumina	61,408
ossido ferrico	10,662
Magnesia, calce e perdite. . . .	0,660

Le materie solide abbandonate da quest'acqua, per evaporazione, previa filtrazione, disseccate a 180°, raggiungono appena, secondo lo stesso autore, la proporzione di gr. 0,1764 per litro.

Segue un quadro analitico, desunto da una recente me-

moria (¹), in cui si da la composizione presunta delle acque dei due acquedotti, distribuendo i vari costituenti secondo le norme generalmente in uso e prendendo per punto di partenza i valori medi di tutte le determinazioni eseguite in campioni attinti in epoche diverse, durante il 1886.

CORPI RICONOSCIUTI	Per 100,000 parti d'acqua	
	Nicolaj	De-Ferrari Galliera
Cloruro di magnesio	0,5373	0,4014
Carbonato di sodio	0,7674	0.2757
» di potassio	0,2682	0,4026
» di calcio	11,3573	0,1480
» di magnesio	1.6315	2,9503
» ferroso	tracce	0,1494
» manganoso	—	0,0474
Solfato di calcio	2,1243	1,5522
Silice	0,4700	0 2458
Corpi determinati solo qualitativam., cioè :		
acido nitroso, nitrico e allumina	tracce	tracce
acido borico, ossido di litio, ossido di cromo	—	tracce
Materie organiche	tracce	tracce
Polviscolo solido di natura silicea	tracce	1.320
	17,1560	6,1048
Anidride carbonica semicombinata	5,8518	1,6854
» » disciolta	0,0800	0,0600
Ossigeno	1,0739	1,1168
Azoto	1.7584	1,9970
Gas disciolti	2,9123	3,1738

(¹) G. De Negri, *Analisi chimica dell'acqua degli acquedotti Nicolay e De Ferrari-Galliera*. Genova, tip.-lit. Pellas, 1887.

Si vede da queste analisi come l'acqua dell'acquedotto Nicolaj, la quale proviene da un bacino idrografico essenzialmente calcare, sia ricca, come era da presumersi, di sali di calcio (carbonato e solfato), mentre l'acqua del lago delle Lavezze, che dilava roccie ofiolitiche ed è raccolta in una conca della stessa natura, ricetta, com'è naturale, una dose relativamente alta di carbonato di magnesio e di più un pulviscolo solido silicato.

Acque minerali.

A complemento dei cenni suesposti intorno alla idrologia della regione ligure, porgerò un sunto delle indicazioni che ho potuto raccogliere intorno alle acque minerali di questa regione, distinguendole convenzionalmente in: *solforose*, *saline*, *ferruginose*, *acidulo-manganesifere*, *acidule* e *indeterminate*.

(A) Solforose.

Acqua di San Martino di Lantosca. — Sgorga a un quarto d'ora dal villaggio; è solfureo-alcalina e contiene gas carbonico. La sua temperatura è di 16° (1).

Sorgenti solfuree di Berthemont. — Si trovano nel vallone di Lancioures, a circa 50 chilometri da Nizza; sono tiepide (24°-25°).

Acque di Vinadio. — Queste sorgenti, in numero di 8, sono tutte solfuree e sgorgano a 2 ore dal comune (capoluogo del mandamento omonimo), appiè del Monte Oluz, a 1275 m.

(1) Le temperature indicate in questo elenco si riferiscono sempre al termometro centigrado, salvo in casi rari, in cui sono desunte da memorie, nelle quali non è specificata la scala termometrica adottata. Ove si è posta fra parentesi l'indicazione *cent.*, la misura fu verificata con cura speciale.

sul livello del mare. Si usufruttano in uno stabilimento termale assai frequentato. Tali sorgenti recano tutte cloruro sodico, solfato calcico, carbonato calcico, acido silicico, gas acido solfidrico, anidride carbonica, azoto e traccie di sostanze bituminose. Segue l'elenco di esse, colla indicazione delle temperature rispettive:

Sorgente della Cappella	45°
Sorgente della Stufa	62°, 5
Sorgente della Stufa dei Quartieri . .	67°, 5
Sorgente laterale della Rocca . . .	31°, 6
Sorgente inferiore della Rocca . . .	57°, 5
Sorgente superiore della Rocca . . .	60°
Sorgente del Fango	62°, 5
Sorgente della Maddalena	47°, 5

Acque di Valdieri. — Scaturiscono a 15 chilometri a greco di Valdieri, alle falde del Monte Stella. Fu eretto accanto ad esse un grandioso stabilimento termale. Segue lo elenco delle sorgenti solforose in numero di 8 (di altre, saline, si dirà più innanzi):

Acqua termale di Santa Lucia. — È limpida, untuosa al tatto, leggermente amara. Contiene idrogeno solforato, solfati e cloruri alcalini in copia. Temperatura 39,° 65.

Acque di San Lorenzo e San Martino. — Sono due polle che dopo breve tragitto si riuniscono; hanno caratteri poco diversi da quelli della precedente. Temperatura 69° (secondo altri 63°, 75).

Acque dei Polli e dei Fanghi antichi — Sono due scaturigini assai prossime che si congiungono dopo breve tragitto. Le acque loro analoghe alle precedenti, si trovano alla temperatura di 68°.

Acque di San Carlo. — La sorgente antica di questo nome si trova alla temperatura di 41°; la nuova a 55°. Della prima, che è quasi scomparsa sotto i materiali depositati

dal Gesso, si hanno scarse notizie; la seconda contiene solfati, cloruri e silicati alcalini, ecc.

Sorgente Cavour. — Questa esala forte odore d' acido solfidrico ed ha sapore epatico; è più ricca di materie fisse di quella di Santa Lucia. Temperatura 17°.

Acqua di Pigna. — L' acqua minerale di Pigna sgorga sulla riva destra della Nervia, a circa un chilometro a monte dell' abitato, dai meati d' un calcare eocenico nerastro. Essa è limpida, dotata di un sapore grasso particolare ed emana odore di acido solfidrico; la sua temperatura fu trovata, in estate, di 25°, 7 (cent.), d' inverno, un pò meno alta, tra 22° e 24° (cent.). La portata della sorgente è di 540 metri cubi in 24 ore (Farina).

Tra le analisi chimiche di quest' acqua, eseguite da Abbene, Rivot, Bechi e Gardella, riferirò soltanto quella dell' ultimo, perchè più particolareggiata [1]

Anidride carbonica	cent. c.	138, 050
Acido solfidrico	»	4, 343
Solfuro di sodio	milligr.	12, 260
Solfato di sodio	»	205, 176
Carbonato di sodio	»	185, 730
Solfato di magnesio	»	42, 904
Fosfato di calcio	»	96, 150
Sesquiossido di ferro	»	0, 599
Cloruro di sodio	»	266, 508
Cloruro di calcio	»	80, 002
Solfuro di sodio	»	0, 066
Bromuro di magnesio		tracce
Silice	»	31, 600
Allumina	»	tracce
Glairine		quantità sensibile
Residuo lasciato da 1 litro d' acqua .	»	920, 000

---

[1] Ho ricavato questa analisi dal volume di Farina intitolato: *La vallée de la Nervia et ses eaux thermales sulfureuses*. Paris, J. B. Baillère, 1874.

Acqua di Isolabona. — A circa due chilometri da questo comune del circondario di San Remo, presso Bordighera, sulla via di Pigna, si trova una sorgente solforosa che scaturisce dalle fessure d' una rupe. È fresca e abbandona copioso sedimento di solfo.

Acqua di Giuncarello. — Sgorga dalle falde del Monte Nero, tra Bordighera e Ospedaletti, a pochi metri sul livello del mare. Appena raccolta, è limpida e si mantiene tale se conservata in vasi chiusi, ma, lasciata all' aria aperta, si intorbida; ha odore d' uova fracide, sapore nauseante; il suo peso specifico è circa 1,013. Essa contiene anidride carbonica libera in piccola quantità, cloruri di sodio, di magnesio e di calcio [1]. La temperatura di questa sorgente si trovò due volte, a qualche giorno d' intervallo, durante l' inverno 1887-1888, di 19°, 5 (cent.).

Sorgente di San Remo. — Questa sgorga presso la città di San Remo, in una proprietà del signor Carli. Essa è limpida, emette lieve odore di uova fracide ed ha sapore solfureo e lisciviale. Lasciata all' aria, s' intorbida e forma un deposito bianchiccio. Secondo il prof. Gentile [2], il quale pur somministra le indicazioni surriferite, contiene:

Gas acido solfidrico	0, 044
Solfuro di calcio	0, 210
Bicarbonato di calcio	0, 290
Carbonato di sodio	0, 035
Solfato di calcio	0, 115
Cloruro di calcio	0, 060
Cloruro di magnesio	0, 025
Acqua e perdite	999, 221
	1000, 000

(1) Canobbio, *Analisi chimiche di diversi corpi*. Genova, 1834.

(2) Gentile, *Analisi chimica di alcune acque solforose, ecc.* Porto Maurizio, tip. Demaurizi, 1865.

Il prof. Gentile non somministra ulteriori notizie sulla ubicazione di questa sorgente, che è probabilmente la stessa menzionata dal Da Prato, nella sua *Guida di San Remo* (San Remo, 1876), come quella che emerge dai calcari attraversati dal torrentello Foce, a poco più di un chilometro ad occidente dalla città.

Sorgente di Borgomaro. — Sgorga sulla sinistra del torrente Impero nel comune di Borgomaro, circondario di Porto Maurizio, propriamente sotto l'abitazione del signor Demora. Si presenta in parecchie piccole sorgive che scaturiscono dal calcare eocenico, sorgive la cui portata è un pò maggiore nell'inverno che nell'estate. L'acqua è limpida, incolora, di odore epatico, di sapore solfureo lisciviale; la sua temperatura, poco variabile tra le diverse stagioni e tra un'ora e l'altra, oscilla tra 17°, 5 e 20° (cent.); il suo peso specifico è 1,1018. Abbandonata a se stessa, forma un tenue deposito biancastro. L'analisi chimica di quest'acqua, eseguita dal prof. Gentile, diede i risultati seguenti:

Gas acido solfidrico	0, 025
Solfuro di calcio	0, 235
Carbonato di calcio	0, 330
Solfato di calcio	0, 165
Cloruro di magnesio	0, 030
Cloruro di calcio	0, 020
Cloruro di potassio	tracce
Acqua e perdita	999, 195
	1000, 000

Il sedimento abbandonato dall'acqua stessa risulta per 100 parti, secondo lo stesso chimico, di:

Carbonato di calcio	74
Solfato di calcio	14
Acido silicico	8
Perdita	4
	100

Sotto il nome di Acqua Amoretti, Barelli registra nello stesso circondario di Porto Maurizio un'altra fonte solforosa situata nel comune di Colla (ora Coldirodi) ([1]).

Sorgente di Mombasiglio. — Si trova nel vallone di Mongia che mette al Corsaglia, ad un chilometro a scirocco di Mombasiglio; è copiosissima, chiara, limpida, salmastra al palato e dotata di odore d'uova fracide. Essa contiene solfuro sodico, bicarbonato di calcio e di magnesio, solfato e cloruro sodico ecc.

Sorgente di Garessio. — Scaturisce da una collina detta la Menna, a circa mezzo miglio dal capoluogo del comune; contiene cloruro sodico, iodio e solfuro sodico.

Sorgente della Chiusa di Pesio. — È situata a 10 chilometri dal comune omonimo, presso la Certosa di Pesio; è fresca, un pò torbida; ha sapore ferruginoso ed acidulo ed esala odore di acido solfidrico. Essa contiene in copia solfati di magnesio e di ferro, cloruro sodico, ecc.

Acqua solforosa di Vicoforte. — Scaturisce a 2 chilometri dal paese, presso il Santuario della Madonna, e somministra all'ora 7 ettolitri d'acqua fredda, limpida e leggermente solfurea.

Acqua della Baissa. — Sgorga ad un chilometro e mezzo a nord di Altare. Secondo alcuni, è leggermente solforosa; altri non crede di poterla qualificare come minerale.

La Bollente. — Sgorga nell'interno della città d'Acqui e fornisce circa 6000 ettolitri d'acqua al giorno, alla temperatura di circa 75°. Il suo peso specifico supera di 10 millesimi quello dell'acqua distillata. Contiene acido solfidrico libero, cloruri di sodio, di magnesio e di calcio, solfidrato di calcio, ioduri, materie organiche, acido silicico e ossido di ferro.

([1]) *Cenni di statistica mineralogica degli stati di S. M. il re di Sardegna etc.* Torino, 1835.

Altre sorgenti d'Acqui. — Scaturiscono sulla riva destra della Bormida, a breve distanza l'una dall'altra e a circa un chilometro e mezzo dalla città. Esse sono in numero di 7, quali calde, quali alla temperatura dell'aria atmosferica; forniscono complessivamente circa 7000 ettolitri d'acqua al giorno ed alimentano i reputati stabilimenti termali che traggono il nome loro dalla vicina città [1].

Acqua Puzzolente del Ravanasco. — Scaturisce sulla riva sinistra del torrente di questo nome, appiè della collina di Bigogna, a circa 360 metri dalle sorgenti dei Bagni di Acqui, alle quali somiglia per le sostanze che trae seco in soluzione: la sua temperatura è di 17°, 5.

La Caldana. — Scaturisce nel centro dell'abitato di Visone e risulta di più vene che si raccolgono in una vasca: la sua temperatura è di circa 20°.

Fontana del Quarello. — Sbocca sulla sinistra del Quarello, a breve distanza, a levante, da Visone. Si trova presso a poco alla temperatura della precedente.

Acqua del Medrio. — Questa scaturisce nel comune di Strevi, presso la via principale fra Acqui ed Alessandria, a circa un miglio dalla prima città. È limpida, leggermente salsa e, appena attinta, ha un lieve odore epatico; la sua temperatura è di circa 15°, 6. Contiene cloruro sodico, carbonati alcalini e terrosi, solfato sodico, ioduro sodico, tracce di bromo, ecc.

Fontana del Rodone. — Si trova nel comune di Strevi e fornisce un'acqua salina, della quale gli autori non danno precise notizie.

Sorgenti del Rio dei Chiodi. — Due di esse scaturiscono ad una trentina di metri l'una dall'altra, a circa 400 m.

---

[1] Per notizie più particolareggiate sulle fonti minerali e termali di Acqui, il lettore potrà consultare numerose memorie delle quali il Marieni reca l'elenco alla pagina 63 della sua *Geografia medica dell'Italia.*

a ponente di Visone e, pel deposito ferrugginoso che abbandonano lungo il loro corso e per altri caratteri, si direbbero ferruginose. Una terza, situata nel rio dei Chiodi, a breve distanza dalle prime, è schiettamente solforosa. La sua temperatura è di 21°, 2.

Acqua Marcia. — Questa acqua, abbondantissima, sgorga a due chilometri e mezzo al S. di Ponti, presso la sponda destra della Bormida e accanto alla strada nazionale. È limpida, dotata di sapore nauseante e di forte odore solfureo. Si dice che sia tepida.

Altra sorgente. — Scaturisce essa pure presso la riva destra della Bormida, ad un quarto di chilometro dall'abitato di Ponti. È tepida.

Sorgente di Cassinasco. — Sbocca alle falde del Monte S. Pietro, a mezzogiorno del paese di Cassinasco.

Sorgente di Sessame. — Scaturisce nel comune di Sessame (mandamento di Bistagno), in prossimità del Rio dei Merli, ove questo affluisce nella Bormida; è limpida, di sapore nauseante e di odore solfureo. Poco lungi, vi è anche una fonte acidula e fresca.

Sorgente di Monastero Bormida. — Si trova nel comune omonimo (mandamento di Bubbio), sulla sponda sinistra della Bormida occidentale, a chilometri 3,20, a scirocco di Bubbio. Ha sapore salso e odore solfureo.

Sorgente di Castelletto d'Orba. — È una sorgente salino-solforosa che scaturisce a circa un chilometro da questo villaggio, presso il torrente Arbidosa. Limpida nel momento in cui viene alla luce, ben presto si fa lattiginosa; il suo sapore è nauseante e dolcigno, l'odore solforoso; contiene in soluzione gas acido solfidrico, anidride carbonica in copia, cloruro sodico e calcico, carbonato e solfato di calcio ecc.

Altre sorgenti. — Nell'alveo del Rio Albera si trovano altre piccole sorgenti solforose, meno ricche di materiali disciolti.

Sorgente dell'Acquasanta. — Sgorga sulla riva d'uno dei due rami del torrente Leiro, a tre chilometri e mezzo da

Voltri, da un masso di serpentina antica. È limpida, incolora, senza odore ed ha un sapore sgradevole, solfureo-lisciviale; abbandonata per qualche ora in vasi aperti, s'intorbida e vi forma un deposito biancastro. Lungo il canale in cui scorre, essa lascia un deposito costituito di 86 parti di carbonato di calcio e 14 parti di solfato di calcio. La sua temperatura è compresa tra 20° e 25° (cent.) e sembra indipendente dalle stagioni. Pesa specificamente 1,008.

La seguente analisi di quest'acqua è desunta da una antica memoria del Palmarini:

Solfato di calcio	gr.	0, 45012
Cloruro di calcio	»	0, 01988
Cloruro di magnesio	»	0, 06240
	gr.	0, 53240
Acqua	»	999, 46760

Sorgente della Penna. — Sgorga a due chilometri a S.E. dall'Acquasanta, nella località detta la Penna, da una fenditura che si apre appiè di una eminenza scistosa, quasi a livello di un vicino rivo, alle cui acque si unisce. Essa costituisce un getto perenne di due pollici di diametro (Mojon) e, pei suoi caratteri fisici, si mostra analoga alla precedente. Secondo una antica analisi di Deferrari e Mojon, un chilog. di quest'acqua contiene:

Calce	gr.	0, 22046
Solfo	»	0, 08267
Magnesia	»	0, 04593
Cloruro di calcio	»	0, 51486

Sorgente di Carpenea. — Sgorga nell'alta valle del Varenna da roccie serpentinose antiche.

Sorgente di Moranego. — Mi è noto soltanto che sgorga nel comune di Rosso (mandamento di Torriglia) da rocce dalla formazione eocenica e che è più ricca d'acido solfidrico di quella dell'Acquasanta.

Sorgenti di Voltaggio. — Sgorgano da rocce calcaree ed eoceniche presso Voltaggio, sulla riva sinistra del Morsone, poco prima della sua confluenza col Lemmo. Sono due sorgenti che scaturiscono l'una accanto all'altra e recano acque limpide ed incolore, con leggero odore solfureo e lieve sapore di uova fradicie. Lungo il loro tragitto, abbandonano un deposito biancastro, il quale, almeno in gran parte, è organico (vegetale). Durante il terremoto del 23 febbraio 1887, le sorgenti trasportarono in copia frammenti di un deposito analogo, il quale rivestiva sicuramente parte del condotto sotterraneo in cui scorrono. La temperatura loro, misurata in luglio 1887, era di 14° (cent.) e probabilmente si mantiene eguale o quasi negli altri mesi dell'anno.

Sorgente di Galaneto. — Sgorga nel letto del Verde a Galaneto, in prossimità di Isoverde, presso la linea di contatto fra le formazioni eoceniche e triassiche. A breve distanza, si trovano adunamenti di gesso e massi di serpentina eocenica.

Acqua solforosa di Carrosio. — Scaturisce sulla destra del Lemmo, presso il paese di Carrosio, tra Voltaggio e Gavi.

Altra sorgente. — Si trova verso il Cascinotto, casolare situato a due chilometri a levante di Carrosio.

Acqua solforosa di Serravalle-Scrivia. — Sbocca sulla sinistra della Scrivia, non lungi dal paese. È assai scarsa.

Acqua solforosa di Deiva. — Sbocca in piccola quantità da una vena d'eufotide che attraversa la serpentina, in riva al torrentello di Deiva presso Castagnola. È limpida, incolora ed ha lieve odore e sapore di acido solfidrico.

Acqua solforosa di Pitelli. — Sgorga presso il villaggio omonimo, frazione di Arcola.

(B) Saline.

Acque di Valdieri. — Oltre alle fonti solfuree già enumerate, sono comprese fra quelle di Valdieri le quattro seguenti:

Acqua purgante calda. — Questa sorgente produce 5700

litri in 24 ore d'acqua limpida, incolora, inodora e dotata di sapore leggermente amaro, che contiene solfati alcalini, cloruro sodico e vari ossidi metallici. La sua temperatura è di 36°. Si dice anche *acqua magnesiaca*, quantunque la magnesia vi sia assai scarsa.

Acqua vitriolata. — È limpida, senza colore e un po' amara; il suo nome è affatto improprio, perciocchè contiene principalmente solfato sodico e silicato potassico ed è priva di solfato di ferro.

Acqua di S. Giovanni. — Quantunque prossima alle sorgenti calde, la sua temperatura varia tra i 10° e i 7°,5. Ricetta in soluzione cloruro sodico, solfati di sodio, di magnesio, di calcio, ossigeno libero, ecc.

Acqua d'oro di Sant'Antonio. — È fredda, limpidissima e non ricetta che una piccola quantità di cloruro alcalino e copia relativamente grande d'ossigeno.

Acqua di Bobbio. — Scaturisce dalla sponda destra della Trebbia, presso Bobbio, all'altezza di circa m. 15 sul torrente. Essa è limpida, con sapore fortemente salso e leggero odore di idrogeno solforato; la sua temperatura fu trovata di gradi cent. 19, essendo 15° quella dell'aria. Secondo Mojon (1807), contiene 0,063 di sal comune e qualche indizio di cloruri di calcio e di magnesio, nonchè di solfato di sodio e tracce di idrogeno solforato. Nel 1810, Cordier (*Journal des mines*, n° 160) indicò per questa sorgente, un afflusso di m. c. 81 in 24 ore, e riconobbe in essa: 0,0345 di cloruro di sodio, 0,0058 di cloruro di calcio e tracce di idrogeno solforato. Più tardi, Baldracco verificava un afflusso di m. c. 32,05 in 24 ore, e determinava il peso spec. dell'acqua in 1,07 (*Atti della ottava riun. degli scienz. italiani*, p. 447).

Acqua del Fonte Grande. — Sgorga a Pian di Casale, in val di Trebbia, da arenarie inferiori ai calcari a fucoidi. Essa contiene: cloruri di sodio, di calcio e di magnesio e bicarbonati di calcio e di magnesio: si mantiene limpida all'aria.

Acqua del Fonte superiore. — Sgorga dallo stesso ter-

reno, nella medesima località, e contiene: cloruri di sodio, di calcio e di magnesio, solfati di calcio e di magnesio: si mantiene limpida all'aria.

Acqua salina di Confiente. — Sgorga in piccolissima quantità alla confluenza dell'Aveto colla Trebbia. Essa contiene: cloruri di sodio, di magnesio e di calcio e bicarbonati di calcio e di magnesio; è limpida e fredda.

Fontana dell' Acqua salsa. — Scaturisce presso la sponda destra della Trebbia, ad un chilometro e mezzo di distanza al N. di Ottone.

(C) Ferruginose.

Acque di Vicoforte. — Sono due sorgenti che sgorgano a due chilometri a mezzogiorno dal paese, a pochi minuti di distanza dal così detto Santuario della Madonna. La portata loro complessiva è di circa 60 litri all'ora; sono limpide, fredde e contengono bicarbonato di ferro.

Acqua di Poggetto Theniers. — Nella località di Breuil, presso il comune di Poggetto Theniers, nel Nizzardo, scaturisce quest'acqua, la quale, a quanto si afferma, ha sapore stittico ed è molto ferruginosa.

Acqua di Ponzone. — Scaturisce presso il casale di Pian di Latte, ad un chilometro e mezzo al S. di Ponzone. Si tratta di acqua ferruginosa e magnesiaca.

Acqua di Morbello. — Sbocca nell'alveo stesso del torrente Visone, presso il paese di Morbello.

Acqua ferruginosa di Visone. — Sgorga a mezzo chilometro dal paese di Visone, sulla riva destra del Rio dei Chiodi; è tepida.

Sorgente della Bocchetta. — Scaturisce al passo della Bocchetta, da rocce scistose eoceniche; ha colore giallastro, dovuto ad una piccola quantità di idrato di ferro che tiene in sospensione; il suo sapore è stittico. Coi reattivi essa somministra segni di ferro, di anidride carbonica, di cloruri, ecc.

Sorgente di Trebbiola. — Nel comune e mandamento di

Torriglia. Mi risulta soltanto che scaturisce da terreni eocenici e che ha un sapore d'inchiostro molto sensibile.

Fontana del Ferro. — Sbocca presso Monte Marcello, frazione di Ameglia: è ferruginosa e fredda.

(D) Acidulo-manganesifere.

Acqua di Sopra la Croce. — Quest'acqua scaturisce fra scisti argillosi, presso il letto di un torrentello, a circa un chilometro a N.E. del villaggio di Prato (una delle cui frazioni costituisce Sopra la Croce) e a 130 metri sul medesimo. Essa è limpida, di sapore acidulo-ferruginoso, a reazione leggermente acida; la sua temperatura è di 16°,25 (cent.). Un litro d'acqua contiene 1 litro, 25 cent. c. di anidride carbonica libera, alla pressione di $0^m,760$, e cent. c. 10,5 di aria, alla pressione normale.

Secondo il prof. G. Finollo [1], 1000 parti in peso d'acqua contengono:

Acido carbonico libero	2, 02510
Carbonato di calce	0, 90803
» di magnesia	0, 25516
» di ferro	0, 01551
» di manganese	0, 01264
» di soda	0, 27970
» di potassa	0, 00506
» d'ammoniaca	0, 00711
Solfato di potassa	0, 01197
Cloruro di potassio	0, 09796
Fosfato di soda	0, 00483
Fosfato di allumina	0, 00080
Acido silicico	0, 03172
Materia estrattiva	0, 01470
Acqua	996, 41571
	1000, 00000

[1] Finollo G., *Analisi chimica dell'acqua minerale di Sopra la Croce.* Genova, tip. Casamara, 1855. — Chiavari, tip. Argiroffo, 1855.

(E) Acidule.

Acqua di Grognardo. — Sgorga sulla riva sinistra del torrente Visone, a mezzo chilometro dal paese; è assai copiosa.

Acqua di S. Stefano d'Aveto. — Emerge dalla formazione eocenica: è fresca, un pò ferruginosa, e reca seco un pò di petrolio.

(F) Calcarifere.

Acqua di S. Andrea. — Scaturisce presso Falicon nel Nizzardo, dalla Caverna di Sant' Andrea, ed è assai incrostante.

Fontana Landrigo. — Questa si trova alle falde del Monte Colma, tutto costituito di arenarie e scisti eocenici, nel territorio di Ceriana e può vedersi lungo la via fra questo villaggio e Baiardo. Le acque, piuttosto copiose, sono incrostanti, depositano cioè sui corpi di cui vengono a contatto e in specie sul fondo del rigagnolo in cui scorrono una sorta di travertino assai leggero e spugnoso, il quale si adopera colà per certe costruzioni. La volta della chiesa di Baiardo, che crollò durante il terremoto del 23 febbraio, era in gran parte fabbricata di questa roccia, la quale, essendo fragile ed inquinata di terra, si presta assai male all'uso cui fu adibita.

Rivo di Terzorio. — Questo rivo, denominato colà *Rio du Turio*, scende dal Monte Negro a ponente di Terzorio, fra questo villaggio e Pompeiana, e scorre sopra calcari eocenici. Come ho avvertito in altro capitolo, esso deposita nel suo alveo un travertino poco abbondante che si adopera localmente per l' edilizia.

Sorgente di Pino. — La sorgente scaturisce in un burrone situato presso le case di Bricco, sotto la borgata d' Isasco, a levante dell' abitato di Pino, e giunge al mare dopo aver attraversato la ferrovia (a circa 250 m. a levante del casello

N. 56) e la via nazionale. Le sue acque depositano un travertino assai spugnoso, di color bruno chiaro che ricopre di potente intonaco il fondo del burrone ed incrosta i corpi sommersi.

Sorgente del Morsone. — Si trova lungo il rivo omonimo a monte di Voltaggio; anche questa da origine ad un travertino.

Ometto nella enumerazione delle acque minerali quelle di alcune sorgenti di Genova, di una fonte di Feglino, della sorgente di Mentone, meno calcarifere delle precedenti ([1]).

(G) Indeterminate.

Acqua di Pian Paludo. — Si trova a Pian Paludo, presso Sassello, nel punto detto Rocca Tagliata.

Acqua dei Greppini. — Greppini presso Sassello.

Fonte di Lucerna. — Nella sua *Geografia medica dell' Italia (Acque Minerali)*, il Marieni cita ancora un'acqua minerale indeterminata, che sbocca dal Poggio del Ratto, fra Loano e Boissano, e si denomina localmente *Luxerna* ([2]).

In conclusione, la Liguria Marittima non ci presenta che un piccolo numero di sorgenti minerali, nessuna delle quali calda, tutte dovute, secondo ogni verosimiglianza, ad azioni chimico-fisiche locali. Esse non accennano a speciale attività endogena del territorio di cui si tratta, non si trovano in relazione con rocce eruttive superficiali e la distribuzione loro non porge indizio di fratture profonde ed estese.

Per quanto ha tratto alle sorgenti termominerali segnalate nei territori confinanti, hanno importanza notevole, come

---

([1]) Di tali acque ho fatto cenno alla pag. 44.

([2]) Si troveranno ulteriori notizie sulle acque minerali della Liguria nelle opere di Jervis Paget *Guida alle acque minerali d' Italia* (Torino, 1871) e *I tesori sotterranei d' Italia* (Torino, 1874).

si è detto, i due gruppi di Valdieri e Vinadio, a nord del Nizzardo, e quello di Acqui, a nord del Savonese.

Tutti e tre questi sistemi di sorgenti non presentano alcun rapporto diretto con formazioni vulcaniche o semplicemente eruttive antiche o recenti; ma stanno ad indicare un attivo lavorio idrotermico ed accennano a vie di comunicazione tra la parte profonda della crosta terrestre e l'esterno.

Le acque minerali della regione sembrano più copiose tra le formazioni antiche, anche laddove sono coperte, come nel territorio d'Acqui, di un manto (non però molto spesso) di assise neogeniche. Rispetto alla natura dei materiali disciolti, esse appartengono precipuamente alla sezione delle *solforose*, e differiscono assai tra loro per la natura e le proporzioni dei principi che vi sono contenuti. Differenze meno sensibili si danno in generale tra le sorgenti più prossime.

Non v'ha alcun rapporto manifesto fra i principi contenuti nelle nostre acque minerali e la natura litologica del terreno da cui scaturiscono, tranne però nel caso delle acque calcarifere, le quali emergono tutte da calcari (1).

(1) Le nostre acque calcarifere sono verosimilmente acque acidule, le quali, in virtù dell'anidride carbonica di cui son ricche, hanno la proprietà di sciogliere in copia il carbonato di calcio delle rocce di cui vengono in contatto, nel loro tragitto sotterraneo, e lo abbandonano poi, allorchè scaturiscono all'aperto.

DINAMICA INTERNA

Terremoti.

Fra i fenomeni geologici recenti ed attuali che si sono prodotti nella nostra regione, credo bene contemplare anche i terremoti, tantopiù che lo studio loro, oltre ad inspirar vivo interesse scientifico, merita pure di fissar l'attenzione perchè suscettibile di fornir precetti atti a render meno disastrosi in avvenire questi fenomeni.

Per mostrare la frequenza e l'intensità relativa delle commozioni telluriche fra noi, ho compilato un elenco dei principali terremoti, di cui si conservi memoria, che colpirono la Liguria e i territori confinanti. I documenti consultati all'uopo abbracciano un breve tratto in confronto dei tempi di cui si occupa la geologia. Circa i tempi anteriori alla storia, possiamo solo ricordare il fatto che i massi e i detriti accumulati in certe caverne ossifere del Finalese, immediatamente al di sotto degli strati archeologici contenenti manufatti romani, accennano ad antiche agitazioni del suolo.

Rispetto ai tempi anteriori all'era volgare, il prof. Mercalli reca le date degli anni 421, 331 e 219, come quelle di terremoti dai quali, fra altri paesi, sarebbe stata colpita anche la Liguria; ma nulla di più preciso può dirsi in proposito e le date stesse sono incerte.

Per alcuni terremoti, massime tra i più antichi, il mio elenco reca l'indicazione della fonte dalla quale fu attinta la notizia, per altri, che mancano di questa indicazione ed hanno per contrassegno la lettera *M*, il lettore troverà opportuni

schiarimenti nell'accuratissimo catalogo del Mercalli, compreso nell'opera *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia* (1). Alcuni dati, distinti colle lettere *M T*, sono desunti da un lavoro posteriore, inserito nella memoria *Il terremoto ligure del 23 Febbraio 1887*, dello stesso Mercalli e del Taramelli. I ragguagli corredati della abbreviazione *Boll.*, relativi ai terremoti più recenti, sono ricavati dal *Bollettino del Vulcanismo italiano*, pubblicato da M. S. De Rossi. Agli aggettivi che si adoperano per qualificare le scosse e ai numeri d'ordine adottati per determinarne l'intensità si attribuisce nel mio prospetto il significato convenzionale assegnato loro da De Rossi e Mercalli.

Nell'elenco dei terremoti liguri osservati dopo il 1800, sono registrate soltanto le scosse forti o fortissime che furono avvertite da tutti e suscitarono allarme più o meno vivo nella popolazione. Dei terremoti leggeri non si è tenuto conto, perchè, mentre i dati in proposito abbondano per gli ultimi 30 anni, mancano o sono scarsissimi rispetto ai tempi precedenti e quindi non sarebbe possibile tra essi un confronto istruttivo, poi, perchè da pochi anni soltanto si possiedono apparecchi atti ad apprezzare e a misurare siffatti fenomeni, i quali, ad ogni modo, anzichè vere e proprie oscillazioni telluriche provocate da cause endogene, sono talvolta meramente locali, e dipendono da cause che hanno sede alla superficie. D'altra parte, i terremoti leggeri (e questo si può dire anche di molti tra i forti) sono bene spesso l'eco affievolito di un fenomeno che ebbe la sua origine in un territorio più o meno lontano.

Ho citato anche le scosse anteriori al 1800 che gli autori non ricordano propriamente come forti, perchè è presumibile che in quei tempi si tenesse conto soltanto dei

(1) Nella raccolta intitolata: *L'Italia sotto l'aspetto fisico, storico, artistico*, ecc. Milano, F. Vallardi editore, 1881.

fenomeni, i quali, per la loro intensità, colpivano la fantasia popolare e perchè non è possibile, ad ogni modo, rintracciar notizie più precise in proposito ([1]).

Le date dei terremoti disastrosi per la Liguria furono stampate nella mia enumerazione con caratteri più forti, acciocchè apparissero più evidenti.

Prospetto dei principali terremoti osservati in Liguria e nei territori confinanti.

951 . . . Molte scosse fortissime in Liguria (M).

1135 . . . Terremoto fortissimo in Liguria (M).

1182, Agosto 14. Forte terremoto a Genova (Giustiniani, libro 2°). È probabilmente lo stesso notato dal Mercalli come avvenuto il 15 Agosto.

1197 . . . Terremoto fortissimo e rovinoso a Genova e in altre città dell'Alta Italia (M) ([2]).

1217, Gennaio 8. Terremoto di breve durata alle 3 di notte (Giustiniani, libro 3°).

1222, Dicembre 25. Terremoto disastroso nell'Alta Italia (M). « La città (Genova) fu tutta in pericolo di ruinare » (Giustiniani, libro 3°).

([1]) Ho omesso di registrare i terremoti degli anni 615, 815, 1000, 1088, 1116, 1118, 1185, 1504, che si ricordano come fortissimi o rovinosi nell'Italia superiore od anche in tutta la penisola e perfino in tutta Europa, senza che sia in qualche modo specificata l'intensità del fenomeno in Liguria.

([2]) Di questo terremoto registrato dal Mercalli nel suo catalogo compreso nell'opera *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia*, egli non fa più cenno nella memoria intitolata *Il terremoto ligure del 23 Febbraio 1887*, da lui pubblicata in colloborazione col Taramelli.

1227, . . . Terremoto rovinoso tra le Alpi Marittime (MT).

1276, Luglio 29. Terremoto forte a Genova (M).

1303, Luglio 23. Le acque del porto (Genova) si abbassarono, lasciando parte del fondo all'asciutto fino alla chiesa di S. Tommaso, talchè si raccolsero pesci a secco; la mancanza durò due ore *(Tractatus Chronologicus* del padre Aurelio).

1322, Ottobre 16. Terremoto a Genova (M).

1377, Novembre 6-7. Terremoto a Genova (M).

1481, Maggio, verso il 15. Terremoto disastroso a Fivizzano e intorno al Golfo della Spezia (M).

1494 . . . Terremoto rovinoso nella valle del Varo (MT).

1511 . . . Terremoto sentito a Genova (MT).

1536 . . . Terremoto rovinoso a Genova (MT).

1556 . . . Terremoto rovinoso nella valle del Varo (MT).

1564, Marzo 15. Terremoto disastroso fra le Alpi Marittime. Si vuole che rimanessero 200 vittime alla Bollène (Jervis, *Delle cause dei mov. tell.* Torino, 1887).

» Luglio... Terremoto rovinoso a Nizza e in Provenza. Danni anche nella Liguria occidentale. Si dormì per due mesi all'aperto a S. Remo, Taggia, Porto Maurizio pel ripetersi delle scosse (M) [1].

1612, Gennaio 30. La città di Genova fu scossa violentemente per due volte verso le ore 21 (Casoni, *Annali*, libro 1°). Il Mercalli nota un terremoto fortissimo a Nizza avvenuto invece il 31 Gennaio.

1613, in quaresima. Terremoto fortissimo a Taggia, Porto Maurizio ed Oneglia (MT).

1614 . . . Terremoto a Nizza (M).

---

[1] Credo probabile che il terremoto registrato precedentemente sotto la data del 15 Marzo 1564 sia il medesimo indicato dal Mercalli come avvenuto nel Luglio dello stesso anno.

1644, Febbraio 15. Terremoto a Nizza e Marsiglia (M).

1688, Settembre 16. Terremoto nel Genovesato, assai forte a S. Remo (M).

1689, Ottobre 9. Terremoto a Genova (M).

1703, Luglio 1 e 2. Scosse mediocri a Genova (M).

1730, Marzo 28. Terremoto a Genova; poco dopo, a Massa e Carrara, ove fu rovinoso (M).

1741, Febbraio 7-8. Terremoto forte a Genova (M).

1751, Novembre 21. Terremoto forte a Genova e a S. Remo (MT).

» Dicembre 1. Terremoto violento con danni nella Riviera di Levante, forte a Genova (MT).

1752, Gennaio 16. Terremoto a Nizza (De Parville, Comptes Rendus, séance du 14 Mars 1887). Il 16 Febbraio terremoto fortissimo ad Oneglia, rovinoso nel Nizzardo (M).

1753 . . . Scosse nel Genovesato (MT).

1765 . . . Scosse nel Genovesato (MT).

1767, Febbraio 7. Alcune scosse forti a Genova e a Torino, altre si sentirono il 9 (M).

1771 . . . Scosse nel Nizzardo (MT).

1772 . . . Scosse nel Genovesato (MT).

1775, Gennaio 5. Terremoto a Genova (*Tableau chronologique des principaux phén. météor.* etc. di Cotte).

1780, Luglio 30. Terremoto a Genova (come sopra).

1781 . . . Terremoto fortissimo a Oneglia e nel Nizzardo (MT).

1783 . . . Scosse nel Genovesato (MT).

1799 . . . Scosse nel Nizzardo (MT).

1802, Maggio 12. Terremoto a Genova (MT).

» Ottobre 27. Nella notte dal 26 al 27 le acque del porto (di Genova) si abbassarono improvvisamente per modo che le navi toccarono il fondo (Multedo). Questo fenomeno probabilmente conseguiva da una commozione tellurica da cui era scosso il suolo di Costantinopoli, della Tracia e della Grecia.

1806, Febbraio 23, ore 7 30′ p. m., terrem. ond., con direzione S.N., in Liguria *(Guida di Genova e del Genovesato).*

» Giugno 19. Terremoto fortissimo a Nizza (M).

» Dicembre 8. Alle ore 7 30′ p. m., terremoto ondulatorio della durata di pochi secondi a Genova. Direz. dal S. al N. (*Diario Aranzini*).

1807 . . . Terremoto forte a San Remo, sentito pure a Nizza e a Cuneo (MT).

1808, Aprile 2. Terremoto rovinoso nelle valli di Chisone e di Pellice.

1811, Luglio 15. Terremoto forte a Genova (M).

1818, Febbraio 23. Verso le 7 15′ p. m., terremoto fortissimo o rovinoso a Mondovì, Acqui, Nizza Monferrato, S. Remo, Porto Maurizio, Alassio. A Torino fu ondulatorio con direzione N. - S. Gravi danni ad Alassio e Diano Castello. Altra scossa alle 11 p. m. che danneggiò S. Remo. Repliche il 24 e il 26 Febbraio e il 2 Marzo (M).

1819, Gennaio 8. Terremoto forte a Genova, fortissimo lungo la Riviera occidentale, rovinoso a Porto Maurizio e S. Remo (M).

1828, Settembre 9. Alle 12 e 30′ di notte, fortissimo terremoto che produsse qualche danno agli edifizi di Genova. Gran parte della popolazione dormì più notti all'aperto. Le scosse si fecero sentire due volte in 24 ore *(Guida di Genova).*

» Ottobre 9. Terremoto rovinoso nel Vogherese, assai forte a Genova e Torino, leggero a Marsiglia (M).

» Replica il giorno 8 Dicembre, alle 4 p. m., con direzione E-O. (come sopra).

1831, Maggio 26. Alle 11. 25′ a. m., scossa disastrosa diretta da N. N.O. a S. S.E. sussultoria, poi ondulatoria: danneggiò S. Remo, Taggia, Pompeiana e principalmente Bussana e Castellaro e fu preceduta da rombo. Altre il 27 e il 28 (M).

1832, Febbraio 16 e 17. Scosse forti a Nizza.

1834. Luglio 4. Forte scossa ondulatoria con direzione E. - O.? (1) (*Guida di Genova*).

1837. Aprile 11. Scossa con direzione E. - O. (*Guida di Genova*).

1838. Maggio 5. Terremoto forte a Genova; due o tre brevi scosse (*Guida di Genova*).

1849. Giugno 17-18. Terremoto assai forte a Limone, Vernante e Tenda (M). Si ripeteva a Limone il 17 Novembre (M).

1851. Ottobre 13. Alle ore 12, scossa forte diretta da O. a E. a San Remo (M).

1854. Dicembre 29. Terremoto piuttosto violento fra le Alpi Marittime e nella Riviera occidentale, con lesione di qualche fabbricato e fuga di abitanti. Fu preceduto da rombo (2). Si estese ad E. fino a Genova, a N. fino a Torino e Milano, ad O. fino a Nizza (M). Repliche nel Gennaio successivo.

1855. Giugno 12. Terremoto forte alla Spezia. Scosse leggere il giorno 11 e il 12 nella Riviera occidentale. Altre scosse in Luglio nel Nizzardo; una forte il 6 (M).

1858. Agosto 30. Terremoto fortissimo a Demonte, forte a Cuneo, Mojola, Gajola ecc. (M).

1859. Giugno . . Scossa forte a San Remo (MT).

1866. Maggio 19. Due scosse forti a Nizza (MT).

1867. Settembre 22. Scossa forte a Torino e lungo la Riviera di Ponente (MT).

1871. Giugno 24. Scossa forte a Mondovì, con direz. N. N.O. - S. S.E. (M).

1872. Aprile 23. Scossa piuttosto forte a Mondovì (M).

» Dicembre 31. Scossa forte a Bavari, in Val Bisagno (Boll.). Secondo il *Bollettino del Vulcanismo ital.*, si

---

(1) Nella *Guida di Genova e del Genovesato* si legge « nella direzione N.O. », espressione che può essere interpretata in vari modi.

(2) Rassegna Nazionale, volume XXXIV. Firenze, 16 marzo 1887.

produssero nella stessa notte avvallamenti del suolo a Mentone e a Ventimiglia, ma si tratta di frane superficiali, di cui non è dimostrata la connessione coi fenomeni endogeni.

1873, Gennaio. Il *Bollettino del Vulcanismo ital.* segnala dall' 1 al 10 movimenti del suolo nell' alta valle del Bisagno e nella valle di Fontanabuona; ma questi fenomeni furono provocati probabilmente dalle pioggie prolungate e non da cause endogene. Lieve scossa a Genova il 22 Dicembre.

1874, Gennaio 7. Scossa forte a Genova (Boll.).

» Marzo 14. Scossa forte nei dintorni di Taggia e San Remo (M).

» Giugno. Dal 2 al 13, varie scosse, quali forti, quali leggere in Piemonte; il 7 forte scossa a Taggia (Boll.).

» Settembre 2. Scossa forte in Riviera (Charlon).

1878, Giugno 1-2. Scossa fortissima nella provincia di Cuneo sentita anche nella Rivera di Ponente.

» Giugno 7. Scossa forte a Cairo, mediocre a Mondovì e a Savona; direz. N.E. - S.O. (Boll.).

» Agosto 3. Altre scosse non lievi nella Riviera occidentale (Boll.).

» Settembre 15. Scossa a Livorno e nella Riviera di Levante (M).

» Novembre 25. Scossa forte a Cuneo (M).

1879, Dicembre 12. Due scosse a Demonte e Valdieri, la seconda piuttosto forte (Boll.).

1880, Aprile 25. Scossa abbastanza forte, preceduta da rombo, a Porto Maurizio, S. Remo, Dolceacqua, Perinaldo ecc. Dir ezione E. - O. (Boll.).

1882, Luglio 22. Scossa forte ondulatoria a Savona. Direzione N. - S. È l' eco di quelle che si sentirono in Savoia, nelle valli della Saona e della Loira ecc. (Boll.). — Il 28, scossa sensibile a Masone (Boll.).

1884, Novembre 24. Scossa abbastanza forte fra le Alpi Marittime, in Provenza, nel Delfinato. Il 27 terremoto

leggero a Nizza (Boll.). Terremoto abbastanza sensibile a San Remo, Porto Maurizio, Diano (MT).

1885. Gennaio 24. Due forti scosse a Porto Maurizio che produssero qualche lesione nel palazzo della prefettura (Boll.).

» Febbraio 10. Terremoto di 6°, preceduto da rombo, a a Genova. Si osservò anche a Santa Margherita, Recco ecc. Il 12 scossa leggera a Genova e Chiavari e scossa forte a Ventimiglia. Il 16 scossa abbastanza forte, preceduta da rombo, in Riviera. Altre scosse più o meno leggere il 26 Febbraio, il 1° e il 12 Marzo (Boll.).

» Dicembre 6. Si sentirono a Genova, a Santa Margherita e a Chiavari alcune scosse di 3°. A Genova, fu notata la direzione E. - O. (Boll.).

1886. Settembre 5. Terremoto fortissimo nei circondari di Torino e di Pinerolo, sentito in tutto il Piemonte, in Lombardia e leggermente nella Riviera di Ponente (MT.)

1887. Febbraio 23. Terremoto disastroso per la Riviera occidentale e il Nizzardo, rovinoso per il Piemonte e le Alpi Marittime, fortissimo per parte dell' Alta Italia e della Provenza.

1888. Luglio 30, alle ore 8 27′ a. m. Scossa forte a Castel Berigo di S. Remo, sentita anche a Ventimiglia (Boll.).

1890. Settembre 16. Tra le ore 7 16′ e 7 18′ a. m., scossa forte ondul., della durata di 2 a 3 secondi, a Oneglia, osservata lungo le due Riviere e tra le Alpi Marittime, con un rinforzo tra Portofino e Chiavari (Boll. Osserv. Moncalieri).

Considerazioni desunte dal prospetto dei terremoti della Liguria.

Dal 951 al 1890, durante un periodo di oltre nove secoli, non si serbò memoria che di circa una cinquantina d'anni in cui si verificarono terremoti forti o rovinosi subiti dalla Liguria Marittima, la quale cifra ci darebbe la media di uno di tali terremoti ogni 17 o 18 anni. Ma si tratta di una media fittizia, perciocchè le notizie relative a certi tempi e a certi luoghi sono

deficienti e talune non sono suscettibili di confronto perchè mal definite. Nei primi secoli di questo periodo si verificarono indubbiamente molte commozioni del suolo non meno violente di quelle qui registrate, e tuttavolta gli storici e i cronisti trascurarono di prenderne nota, o pure, vuoi per lo smarrimento delle antiche scritture, vuoi per altre circostanze, se ne cancellò il ricordo.

Il caso che due o più terremoti assai forti si sieno prodotti, durante il corso di un solo anno, nello stesso territorio, è piuttosto raro; per ciò, la cifra delle annate corrisponde presso a poco a quella dei terremoti. D'altronde, allorchè due o più scosse si fanno sentire a breve intervallo di tempo, si possono considerare come episodi dello stesso fenomeno.

Da questa enumerazione apparisce che tanto la Riviera di Levante quanto quella di Ponente subirono terremoti forti dai tempi più antichi fino ai giorni nostri; ma non convien attribuire alcuna importanza al numero maggiore dei terremoti segnalati in Genova rispetto agli altri punti, nei secoli trascorsi, perciocchè la copia di tali indicazioni dipende dall'importanza della città, dal numero e dalla diligenza degli osservatori, piuttosto che dalla frequenza dei terremoti stessi.

Negli anni più prossimi a noi, vediamo che i terremoti segnalati nella estremità occidentale della Riviera di Ponente sono più numerosi e violenti di quelli della Riviera di Levante e del Genovesato.

Dalle notizie raccolte, sembra che a Genova e nella Riviera orientale non vi fossero mai case atterrate, nè si avessero a deplorare vittime umane per causa del terremoto. Si produssero solo lesioni degli edifizi in taluna delle maggiori scosse subite dalla città, per esempio nel 1222, nel 1828 e nel 1887. Nei tre casi citati, tuttavolta, l'agitazione del suolo non giunse al Genovesato che affievolita, trovandosi più o meno lontana l'area epicentrale o epiassiale del fenomeno.

La zona più intensamente disastrosa del terremoto del 1222 attraversa il Bresciano e il Bergamasco. Quanto ai terremoti del 1828 e del 1887, flagellarono principalmente la Liguria occidentale. Altri terremoti che colpirono più o meno Genova e la Riviera di Levante furono invece disastrosi per la Lunigiana o la Toscana. Così quello nel 1481 che danneggiò Fivizzano, quello del 1730, che produsse rovine a Massa e Carrara e il memorabile terremoto della Toscana del 1846.

Il costume antico di collegare fra loro gli edifizi più prossimi, per mezzo di archetti gettati attraverso le vie, costume che si vede adottato a Pigna, a Ventimiglia, a San Remo, a Taggia (osservisi in proposito la tav. V), è prova indiretta della frequenza dei terremoti nella Riviera occidentale.

La Riviera di Ponente, e in ispecie la parte di essa che è compresa fra Albenga e Nizza, costituisce un campo di notevole attività sismica, cui si può annettere a N. e a N.O. buon tratto degli Apennini occidentali e delle Alpi Marittime. Le commozioni telluriche dalle quali fu più violentemente scossa la Riviera sembrano essersi propagate in generale ben più tra le Alpi Marittime che nel resto della Liguria e nella Provenza. Si direbbe quasi che la Bollène, Cuneo, Mondovì e i territori circostanti sieno solidali delle agitazioni del litorale ligustico.

Nel presente secolo, l'area sismica di cui si tratta fu colpita quattro volte, cioè nel 1818, nel 1828, nel 1831 e nel 1887, da scosse disastrose. Nel 1561 fu atterrato il villaggio della Bollène e morirono molti abitanti; ma in questo caso il disastro fu in gran parte cagionato, a quanto pare, da circostanze locali.

Il Terremoto del 23 Febbraio 1887.

Il terremoto ligure del 1887 si produsse con tempo sereno e calmo, essendo la colonna barometrica assai alta, e fu preceduto dai consueti fenomeni precursori, cioè da lievi scosse

osservate nella regione, da sensibile agitazione microsismica, verificata specialmente nell'Italia centrale e da perturbazioni del declinometro, avvertite principalmente a Genova, Milano e Moncalieri.

La prima scossa si fece sentire a Mentone alle ore 6 18′ 34″, a Nizza alle ore 6 19′ 34″, a Torino alle 6 20′, ad Alassio alle 6 21′ 34″, a Marsiglia alle 6 21′ 50″, a Moncalieri tra le 6 21′ 50″ e le 6 22′ 33″, a Genova, alle 6 22′, a Milano fra le 6 23′ e le 6 24′, a Firenze alle 6 25′ [1] e fu preceduta in Liguria, da un rombo d'intensità rapidamente crescente, che tosto scemava e cessava poi del tutto, mentre incominciava la trepidazione del suolo. Questo rombo incominciò nell'area principale sismica tra 2 e 4 secondi prima della scossa.

Nel momento della prima scossa o poco prima, secondo alcuni, fu veduto un lampo, un bagliore, accompagnato, dicesi, da una sorta di nebbia che si sarebbe levata dal mare di contro a Diano Marina. Questa scossa, la quale durò, nel tratto della Riviera più fortemente colpito, da 20″ a 40″, si manifestò con lieve vibrazione che si convertì, aumentando d'intensità, in moto ondulatorio, poi in sussulti irregolari.

I diagrammi sismografici confermano tale apprezzamento ed accennano a tre fasi di rinforzo subite dal fenomeno. La direzione dell'urto fu prevalentemente da S.O. a N.E.; non mancano, subordinatamente, le direzioni E.-O. e N.-S. L'impulso più potente pare provenisse, ad E. di Mentone, da ponente, ad O. della stessa città, da levante.

La velocità superficiale media della vibrazione è stimata tra Mentone e Moncalieri, di circa m. 450 al secondo, tra Mentone e Milano, d'almeno m. 670, tra Mentone e Venezia, di circa m. 1040 e tra Mentone e Le Locle (Svizzera), sarebbe compresa fra m. 1000 e 1140. Quindi, in opposizione al principio generalmente professato che la velocità di propagazione

[1] Queste ore son tutte ridotte al tempo medio di Roma.

delle onde sismiche aumenta colle distanze, avremmo qui che le velocità sarebbero cresciute colla distanza dal punto superficiale primamente colpito.

La velocità iniziale orizzontale del movimento sismico, dedotta dalla proiezione di gravi, fu determinata in m. 9, 4 e m. 7, 48 per secondo a Oneglia, in m. 8, 12 a Cervo, in m. 6, 5 a Laigueglia (Mercalli).

Gli strumenti magnetici si mostrarono agitati in parecchi osservatori d'Europa, non solo durante la prima scossa, ma un po' prima e un po' dopo, ed anche trascorsi alcuni giorni. A Genova, la massima deviazione del declinometro si osservò il 4 marzo 1887 (prof. P. M. Garibaldi).

Dopo la prima scossa, la quale produsse ingenti rovine lungo la Riviera occidentale e in qualche punto dell'interno, se ne produsse un'altra più leggera verso le 6 30' a. m., la quale determinò la caduta di mura già fesse e crollanti. Alle 8 53' ebbe luogo una terza scossa di breve durata, ma pur disastrosa, per le condizioni in cui si trovavano alcuni edifizi già pericolanti. Avvennero poi, nel giorno stesso e nei successivi, numerose repliche più o meno leggere. Le trepidazioni e i sussulti si produssero ancora ad intervalli sempre più lunghi, anche nel 1888 e nel 1889 (1). Taluna di queste oscillazioni secondarie fu preceduta da rombo.

È degno di nota che alcune delle repliche più sensibili si verificarono dopo acquazzoni o dopo altri sconcerti atmosferici (2).

Subito dopo la prima scossa, il mare si ritirò dalla spiaggia

---

(1) È difficile precisare il numero delle repliche verificatesi dopo la prima scossa del 23 febbraio. Mercalli ne registra più di 200.

(2) Io mi spiego questo fatto nel modo seguente: Dopo ogni terremoto violento si trovano nel territorio scosso masse rocciose in equilibrio instabile; perciò ogni circostanza che abbia per effetto di mutare le condizioni statiche della regione (pioggie prolungate, scioglimento di nevi, ecc.) deve dar luogo a rotture d'equilibrio, e quindi a movimenti e vibrazioni locali.

per piccolo tratto, cioè dai 10 a 30 metri, secondo i punti, e dopo alcuni minuti risalì per brevissimo tempo a quasi un metro sopra il livello primitivo, invadendo una piccola zona di litorale attualmente emersa. A San Remo, l'onda di ritorno seguì di circa 5 minuti l'allontanarsi delle acque. Una nave ancorata in quel porto ruppe gli ormeggi e molti pesci morti furono gettati alla riva. A Nizza, si raccolsero sulla spiaggia morti o semimorti, dopo il terremoto, pesci ordinariamente confinati nelle maggiori profondità.

Il mareografo di Nizza tracciò qualche minuto dopo la prima scossa una curva anormale che accusa un sollevamento rapido del suolo, susseguito da un abbassamento lento. Le varie fasi del fenomeno si sarebbero prodotte in un'ora e 20 minuti; il movimento dal basso all'alto non avrebbe superato 55 millimetri. Probabilmente, in altri punti della Riviera che subirono con maggior violenza l'agitazione tellurica, il movimento risultò più esteso.

Osservazioni dedotte dall'idrometro del porto di Savona, e confermate da altre circostanze, porgono indizio di un sollevamento temporario, non lentissimo, della costa, il quale sarebbe incominciato nel gennaio 1887, continuandosi nel mese successivo fino al giorno del terremoto, per dar luogo, in seguito, al fenomeno inverso che avrebbe ricondotto le cose alla pristina condizione.

Lungo la Riviera, furono rovinate in gran parte le città di Diano Marina e Oneglia, gravemente danneggiate Mentone, Porto Maurizio, Alassio, Noli: nell'interno, soffrirono in particolar modo Diano Castello, Bussana, Castellaro, Ceriana, Baiardo, Clans, La Bollène. Subirono guasti gravi gli edifizi di molti altri comuni in Liguria e nella provincia di Cuneo. Nel circondario di Porto Maurizio, le vittime del disastro furono 258 morti e 269 feriti, in quello di San Remo, 339 morti e 205 feriti; nella provincia di Genova 38 morti e 81 feriti.

Gran parte di coloro che perirono nella provincia di Porto Maurizio rimasero sepolti sotto le rovine delle chiese di Baiardo, di Bussana e di Castellaro, crollate durante le

funzioni religiose, ma giova notare che, per vetustà e vizi di costruzione, tali chiese erano pericolanti.

Il terremoto determinò numerosissimi spostamenti di oggetti mobili nell'area mesosismica; alcuni di questi accusano un movimento rotatorio da N. a S. per E. o da E. ad O. per S., e raggiunsero un'ampiezza di 45°.

Lo scuotimento della superficie terrestre cagionò la caduta di massi e di piccole frane e diede luogo al formarsi di crepacci nel terreno, tutti però, a mia cognizione, entro depositi poco potenti e poco saldi, riferibili al quaternario, al pliocene o al miocene. Dalle spaccature apertesi nel piano alluviale di Vado scaturirono acque che emanavano odore solfureo con melma e sabbia finissima

In vari punti comparvero nuove sorgenti, alcune potabili altre leggermente minerali, sorgenti che, poi, poche eccettuate, scomparvero. Si manifestò pure un turbamento sensibile nel regime di molte fonti, di parecchi pozzi e le acque loro temporariamente s' intorbidirono.

Nella galleria principale della linea ferroviaria succursale dei Giovi, la quale era ancora in costruzione durante il 1887, il terremoto passò quasi inavvertito: una lieve scossa fu sentita solo presso l'imbocco meridionale. In altre gallerie, lungo la strada ferrata del litorale e a Genova stessa, il fenomeno fu sentito assai leggermente.

Le scosse furono osservate in mare, al largo della Riviera occidentale, e perfino a 15 miglia a mezzogiorno del Capo delle Mele. Esse si propagarono alla Corsica, alla Sardegna, all'Italia media, alla Francia meridionale ed occidentale, alla Svizzera, all'Austria, alla Germania e, a quanto si dice, anche alla Grecia, manifestandosi, in complesso, in un'area di circa 560000 chilometri quadrati.

L'area mesosismica, quella, cioè, nella quale il fenomeno cagionò rovina di edifizi, si estende, lungo la Riviera, da Albissola a Mentone (chilom. 120) e, nell'interno, da Nizza a Clans (chilom. 35); la sua forma è a un dipresso quella di un triangolo inequilatero.

Calcolando la profondità del centro supposto, in base all'angolo d'emergenza delle vibrazioni, ad Oneglia (40°), a Taggia (35°), a Bordighera (30°), Mercalli ottenne le cifre seguenti: Per Oneglia, m. 16789; per Taggia, m. 16805, per Bordighera, m. 18765; dalle quali si può dedurre una media di circa 17 chilometri e mezzo. Dalla distribuzione dei paesi danneggiati, dalla lunghezza della prima scossa e dalle direzioni delle vibrazioni che ne conseguirono, argomento che il terremoto non ebbe un centro, ma due assi, uno dei quali parallelo e vicino alla costa, tra Mentone e Porto Maurizio, e l'altro, divergente dal primo, collocato presso a poco da Mentone a Clans, con direzione S.E. - N.O. Perciò, anche prescindendo dalle difficoltà che si oppongono praticamente alla misura dell'angolo d'emergenza delle vibrazioni, non saprei considerare il valore suesposto che come una indicazione ipotetica.

Intorno al terremoto ligure del 1877, il lettore troverà descrizioni e studi particolareggiati in parecchie memorie speciali ([1]).

Mutamenti recenti nei livelli rispettivi del mare e del litorale.

I rapporti altimetrici del mare e della terra emersa subirono recentemente notevoli variazioni lungo le coste della Liguria; ma, nelle condizioni attuali della scienza, il significato loro è assai difficile ad interpretarsi. In parte queste variazioni sono conseguenza di bradisismi ([2]) e dipendono dalla

---

([1]) Taramelli e Mercalli, *Il terremoto ligure del 23 Febbraio 1887*. Roma, tip. Metastasio, 1888.

Issel A., *Il terremoto del 1887 in Liguria*. Bollettino del R. Comitato geologico d'Italia, anno 1887, supplemento. Roma, 1887.

([2]) Da *bradus* lento e *seismos* movimento: in altre parole, *oscillazioni lente del suolo*.

attività propria del globo; in parte ripetono la causa loro da lenti mutamenti nel livello delle acque marine e sono dovute a cause esogene, prevalentemente d'ordine astronomico. Mi farò ad esporre i fatti che ho potuto raccogliere in proposito senza ricercarne la spiegazione ([1]).

Nel seno di Beaulieu, presso Villafranca, si vedono sotto acqua, allorchè il mare è calmo, i ruderi di antiche costruzioni, le quali, secondo ogni verosimiglianza, erano originariamente all'asciutto. Poco lunge, A. Lamarmora osservò sotto il livello marino gli avanzi delle Antiche Saline, che avrebbero pur subito recente sommersione.

De Saussure osservò alla fine del secolo scorso, nelle rupi calcaree che si trovano lungo la via da Mentone a Ventimiglia, fori di litofagi a 20 piedi (circa 5 m.) sul livello del mare; ma non essendo eguali di forma a quelli praticati dalle foladi, immaginò che avessero un'origine affatto diversa, che provenissero, cioè da, noduli di pirite scomposti ([2]). Egli ravvisò, tuttavolta, nelle caverne che si aprono a varie altezze lungo quel litorale, e specialmente ai Balzi Rossi, l'opera della erosione marina. In questo medesimo litorale, C. Gaudin e M. Moggridge segnalarono a 8 m. e a 20 m. sul livello del mare simili perforazioni.

A due chilometri a ponente di Porto Maurizio, lo scoglio sul quale è fondata la torre diroccata detta Preiren è forato fino a m. 2, 70, circa, sull'attuale livello medio del mare. Si osservano fori di litodomi a m. 3, 59 sullo stesso livello, a circa un chilometro di distanza da Oneglia, presso la torre dei Saraceni.

Alcuni ravvisano segni di avvallamento nel litorale di

([1]) Già mi occupai a lungo di questo soggetto nella memoria intitolata: *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi*, in 8° di 122 pagine con carte e figure, Genova, tip. Sordo-Muti, 1883

([2]) *Voyages dans les Alpes* etc., vol. III. Neufchatel, 1796.

Oneglia, laddove le fondamenta delle case antiche sembrano poste sotto il livello del mare (G. Jervis).

A Diano Marina, la spiaggia retrocede rapidamente, non per effetto della erosione, ma per un mutamento nel livello rispettivo del mare e della terra. Infatti, d' innanzi alla proprietà Demaestri, si vedono ruderi sommersi di fabbricati che erano ancora all' asciutto 40 o 50 anni addietro, e si afferma dai vecchi che anni sono l' acqua giungeva loro appena alla cintura, all' estremità della gettata, ove ora è profonda due metri e mezzo.

Nella proprietà Ruggero, al Borgo Paradisi, il mare ha distrutto un piccolo molino ed altri edifizi vicini; ora batte in breccia una casa. Il muro di cinta dello stabilimento Decauville, verso il mare, si mostra sempre più esposto all' urto delle onde. D' innanzi alla caserma dei carabinieri, ove ora il mare viene a frangersi nel muro di sostegno della strada maestra, la spiaggia era tanto larga che nel 1823 vi si costruì una nave. Ivi si vedono, lambiti dalle onde, i resti di un bastione, che a memoria d' uomo erano discosti dal battente del mare. Allorchè fu demolito questo bastione (cioè quando si pose mano alla costruzione della gettata), si trovò incastrato nella muratura un ceppo d' albero, il quale era nato e cresciuto in quel punto, in condizioni ben diverse dalle odierne.

Il P. Timoteo Bertelli, tanto benemerito degli studi sismici, esponeva testè in una sua memoria sul terremoto ligure del 1887 [1], alcune delle osservazioni surriferite e ne citava parecchie altre che pur concorrono a dimostrare il medesimo fatto. Egli recò la testimonianza di persone intelligenti e pratiche, di Diano Marina, che accertano come, praticando fonda-

---

[1] *Osservazioni fatte in occasione di una escursione sulla Riviera Ligure di ponente dopo i terremoti ivi seguiti in quest' anno.* Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei, vol. III. Roma, 1888.

zioni nel suolo della città, si trovassero più volte a certa profondità fondamenti di edifici preesistenti e come, nello scavare un pozzo si scoprisse una specie di lastricato (forse un tratto dell'antica via Aurelia).

Ad Albenga, città fondata sopra un piano alluviale ed acquitrinoso formato dal Centa, all'altezza di pochi metri sul mare, si trovano antichi edifizi, il cui pavimento è situato un poco al di sotto del suolo circostante; il battistero, fra gli altri, che risale, secondo lo storico G. Rossi, al VII secolo dell'era volgare, ha il proprio collocato a m. 2, 20 sotto il livello stradale ed è perciò invaso dall'umidità. Oltre a ciò, dalla poca altezza dei banchi di pietra che corrono lungo la parete interna del monumento, credo poter inferire che sotto il pavimento attuale ve ne fosse un altro più antico. Fuori della città, poco lunge verso levante, un ponte romano in perfetto stato di conservazione, che data probabilmente dagli ultimi tempi dell'impero, presenta i suoi 10 archi interrati, per una profondità che reputo non minore di 3 metri. Sotto il Ponte Lungo, così ha nome, passava il Centa, il quale, dopo aver grado grado rialzato il proprio letto, lo abbandonò durante una piena straordinaria, e da un punto situato un po' a monte d'Albenga si portò a ponente di questa città, ove scorre tuttora. Tanto nel ponte quanto nel battistero possono ravvisarsi indizi di depressione o di mutamento nel livello marino.

La vasta grotta che si apre in riva al mare, presso Bergeggi, fu certamente scavata dal mare in un'epoca, durante la quale la costa era meno elevata che non al presente. Le sue pareti e la sua volta presentano infatti numerosi fori di litofagi *(Lithodomus lithophagus)*, che raggiungono una altezza di circa 6 metri sul pelo dell'acqua e lasciano supporre che le onde esercitassero l'azione loro erosiva ad altezza anche maggiore. Tali fori costituiscono come piccoli gruppi sparsi senza ordine e non formano come quelli del porto di Genova, di cui accennerò più innanzi, una zona ben definita superiormente (fig. 1).

Il suolo della caverna risulta prevalentemente di detriti di roccia, cementati da concrezioni calcarifere. Dal cunicolo che si protrae a monte, ove supera di circa 3 metri il livello marino, fino alla parte sommersa, esso declina irregolarmente e presenta una serie di gradini, dovuti alla parziale corrosione degli strati di cui si componeva. A breve distanza dalla riva, uno di questi strati, che s' innalza di meno d' un metro sul pelo delle basse acque, è di color bruno e presenta ossa spezzate dall' uomo e frammenti di carbone saldamente aggregati dalla stalagmite. Si tratta di un vero strato archeologico, il quale, appena il mare sia un poco agitato, è dilavato ed eroso dalle onde, talchè da lungo tempo l' avrebbero distrutto se non fosse il calcare di cui è impregnato; se i materiali di cui risulta si fossero depositati nella posizione in cui ora si trovano, pertanto, sarebbero stati dispersi. È dunque mestieri lo ammettere che, dopo la formazione della breccia, si sieno alterati i rapporti reciproci del mare e della grotta. Evidentemente, le acque si sono innalzate o il suolo della spelonca si è avvallato; e questa differenza di livello non deve essere stata minore di 5 metri dai tempi neolitici in poi.

È certo che, quando ebbe origine la breccia ossifera, già la grotta si trovava in comunicazione col mare, perchè la zona forata dai litodomi si estende fino alla parte media della cavità. È da notarsi, inoltre, che la stessa grotta comunica pure coll' esterno mediante un foro superiore, il quale sbocca a levante e forse esistevano altri spiragli ora otturati. Ma con ciò tengo per fermo che l' apertura maggiore, per la quale, come dissi, il mare penetra nella spelonca, sia l' opera di un lentissimo lavoro di erosione, incominciato in tempi assai remoti e, ad ogni modo, abbia preceduto di gran lunga il concretarsi della breccia.

Siffatte conclusioni sono corroborate dalla scoperta di parecchi scheletri umani, accompagnati da molti oggetti lavorati e residui di pasti, fatta recentemente dal sig. Elio

Modigliani ([1]), nel cunicolo che si protende a S.O. della cavità principale. Non è presumibile che questo cunicolo, il cui suolo pianeggiante si trova appena a tre metri sul livello medio del mare, fosse stato adibito ad uso di tomba, nelle sue condizioni presenti, cioè, essendo soggetto durante le mareggiate ad una temporaria sommersione. Anche da ciò si può argomentare che il mare non salisse tanto alto all'epoca del seppellimento; e, siccome, tra la suppellettile funeraria, son compresi cocci, vetri e frammenti di bronzo lavorato non più antichi dei primordi del dominio romano in Liguria, ne consegue che l'avvallamento del suolo o l'innalzamento del mare si verificarono, almeno in parte, dopo l'epoca storica indicata da quei manufatti.

Fig. 1.

Sezione verticale della Caverna di Bergeggi.

f. fori di litofagi
a. altezza alla quale giungono le onde.
b. breccia ossifera.
s. cunicolo in cui furono scoperti scheletri umani sepolti.

NB. Il livello del mare corrisponde alla linea N.E. - S.O.

A levante di Cogoleto, di contro alla villa Durazzo, si osserva un piccolo scoglio sporgente sul mare, tutto formato di breccia ofiolitica, che riposa sopra uno scisto cristallino, in strati contorti, visibile in qualche punto della spiaggia sottoposta. La breccia risulta di massi e frammenti di serpentina normale e porfirica (ve ne hanno di oltre un mezzo metro di lunghezza), di pezzi più piccoli e minuzzoli di ser-

---

([1]) Vedansi a questo proposito le due note seguenti:

Modigliani E., *Ricerche nella caverna di Bergeggi* (Savona), lettera

pentina, di calcare e di scisto cristallino (questo talora con quarzo), quali decisamente angolosi, quali arrotondati o ad angoli smussati; il suo cemento è una sorta di detrito serpentinoso, talora di struttura arenacea. Al di sopra di questa breccia, si osserva il deposito di ghiaie e ciottoli cui accennavo, il quale, evidentemente, appartiene ad una antica spiaggia. Esso giace da 5 a 6 metri sul livello del mare ed ha in quel punto una spessezza non maggiore di 2 metri; a monte, cioè oltre la ferrovia e la via provinciale, vedesi, a fianco di questa, che il deposito di ciottoli è in parte ricoperto da un potente ammasso detritico, oscuramente stratificato, formato di terra rossiccia con frammenti angolosi di scisto.

Gli strati del deposito ciottoloso appariscono orizzontali nella testata che guarda il mare, ma, in un taglio perpendicolare alla riva, si vedono invece alquanto inclinati verso di essa. I ciottoli sono per la massima parte di serpentina, la quale, a causa di un'alterazione superficiale, divenne di color giallo chiaro o rossiccio; la forma loro è generalmente ovoidea, allungata, più o meno compressa ed hanno l'asse maggiore disposto per lo più parallelamente alla riva (fig. 2).
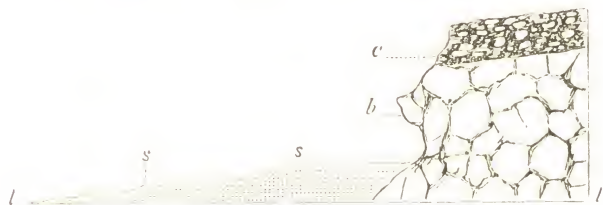
Fig. 2

Spiaggia emersa di Cogoleto.

c. ciottolato quaternario — *ss.* spiaggia odierna
b. breccia ofiolitica — *ll.* livello del mare

---

al prof. Mantegazza. Archivio per l' Antropologia e l' Etnologia, volume XVI, fasc. II. Firenze, 1886.

Del Moro E., *Degli scavi recentemente eseguiti nella caverna ossifera di Bergeggi*. Giornale della Società di Letture e Conversazioni scientifiche di Genova, anno 1886, fasc. 5.

È degno di nota il fatto che, tanto il deposito ciottoloso quanto la breccia ofiolitica sottoposta, sono scoscesi e tagliati a picco ed anzi in qualche punto strapiombano, perchè corrosi alla base loro dai flutti, la cui azione distruttiva si esercita tuttora con grande energia ed è causa di una lenta, ma continua retrocessione di quel litorale. Da ciò si ha motivo di argomentare che il movimento ascendente in virtù del quale si sollevò forse l'antica spiaggia di Cogoleto sia cessato da lungo tempo.

Dal lato di levante, il deposito si vede costituito in basso di massi che raggiungono mezzo metro a un metro di lunghezza nell'asse maggiore, i quali riposano immediatamente sulla breccia ofiolitica. Sopra questi, v'ha uno strato di ciottoli grossi come il pugno o più (per una spessezza di circa 35 centimetri), il quale sorregge alla sua volta ghiaie serpentinose minute, di forma molto allungata, connesse fra loro da un cemento arenoso, rossiccio (per altri 30 centimetri); superiormente, vi sono altri ciottoli che giungono fino all'altezza del piano stradale ferroviario.

Procedendo dalla Villa Durazzo verso Arenzano, si osserva in vari punti la medesima spiaggia emersa ad altezza sempre crescente sul livello marino. Dapprima, si vede appoggiata sopra lo scisto, a circa 50 centimetri sul piano della ferrovia, il quale si trova a 6 metri sulla spiaggia odierna (poco meno di 8 sul mare). Ivi, risulta di ghiaie grosse ed ha da 3 a 4 metri di spessezza. Più avanti, apparisce costituita inferiormente, a metri 1,20 sul livello stradale, di massi arrotondati, frammisti di ciottoli, poi di straterelli di ghiaiette, alternati con letti di sabbione per 4 a 5 metri complessivamente. La stratificazione è in questo punto nettissima. Finalmente, di contro alla imboccatura della prima galleria ferroviaria che si trova nella direzione di Arenzano, mentre il piano stradale è alto sulla spiaggia circa 10 metri, quindi presso a poco 11,50 sul mare, si trova al di sopra di esso la formazione ciottolosa per circa 6 metri. La spiaggia antica è adunque 16 metri più alta

della odierna. Anche qui, al disopra della spiaggia emersa, si trova il solito deposito detritico, talora frammischiato in basso a qualche ciottolo.

Fra Arenzano e Voltri, lungo la via nazionale, è facile osservare nelle anfrattuosità della serpentina piccoli adunamenti di ciottoli, cementati da terra ocracea, che stanno ad indicare il livello dell'antico lido.

Alla estremità occidentale del paese di Voltri, si scorgono lungo la ferrovia, vestigia di un simile deposito di ciottoli, il quale deve essere stato in gran parte sconvolto dai lavori stradali e dalla coltura, e per altra è occultato e coperto dalle costruzioni. Generalmente i ciottoli quaternari si distinguono dai pliocenici per l'aspetto della roccia che è meno alterata.

Nello stesso porto di Genova, e precisamente nel seno di Santa Limbania, v'ha un esempio assai istruttivo di litorale recentemente sollevato. Sugli scogli calcarei che costituiscono, o piuttosto costituivano la costa, giacchè furono recentemente distrutti per la costruzione dei nuovi scali, si vedeva una zona di fori assai fitti, che misurava metri 1,08 di larghezza e si trovava col suo limite superiore a metri 7, sul livello medio del mare. Sotto questa zona, i fori erano in piccolo numero, sparsi qua e là fin presso l'attuale livello marino, inferiormente al quale mancavano affatto. Sarebbe ora impossibile che colà allignassero i litodomi, perciocchè le acque vi sono troppo impure e stagnanti. I fori erano ampi e profondi; i margini loro acuti, dimostravano di essere stati poco o punto alterati dal tempo. La zona di fori era ben circoscritta superiormente da una linea orizzontale. I molluschi dovevano spesseggiare, come è loro costume, nei due metri che stanno sotto il livello della bassa marea e certo non si innalzavano al di sopra di questo livello. Si direbbe che lo scoglio foracchiato si sollevò piuttosto rapidamente (nulla si oppone all'ipotesi che il movimento sia stato istantaneo), poichè, dopo la emersione della zona a fori spessi, sembra che i litodomi non abbiano potuto allignare in sì gran numero in quella parte dello scoglio, che trovavasi al-

lora nella condizione più propizia per loro e che doveva alla sua volta sollevarsi ([1]).

Per quante ricerche io abbia fatte, non mi è riuscito di trovare, in Genova e ne' suoi dintorni, tracce di un mutamento nell'altitudine del suolo, avvenuto in tempi storici. Interrogati i più vecchi operai addetti al bacino di carenaggio costruito dal governo sardo, nella darsena, ed ora appartenente al municipio di Genova, circa il grado della scala ([2]) cui giungeva originariamente ed arriva al presente il livello medio del mare, nelle condizioni normali, mi dissero non aver osservato, in ben 10 anni, alcuna differenza. Però, attribuisco assai poco valore a siffatta testimonianza, perchè lievi variazioni di livello sarebbero sfuggite ai miei interlocutori, e, d'altra parte, stante la grossezza delle divisioni della scala e il suo cattivo stato di conservazione, ritengo che un dislivello di pochi centimetri, in un lungo periodo d'anni, non sarebbe stato avvertito anche dall'osservatore più diligente.

Quanto al mareografo collocato per cura del R. ministero della marina nella darsena di Genova, siccome data solo da pochi anni, non è ancora suscettibile di fornire utili indicazioni relative ai bradisismi. Se non sarà rimosso, esso servirà, almeno pel suolo di Genova, a risolvere il dubbio in un avvenire più o meno lontano.

Lungo il litorale di Camogli, si osservano numerosi fori di litofagi emersi, ovunque il calcare è sano e omogeneo;

([1]) Accenno qui, senza ambage, a sollevamento, perchè non mi sembra ammissibile l'ipotesi di alterazione nel livello marino.

Non ho mai osservato alcuno di questi fori nelle antiche costruzioni in riva al mare, nè a Genova nè in altri punti della Liguria. E perciò credo fermamente che l'emersione sia avvenuta anteriormente ai tempi storici.

([2]) Si tratta di una scala apposta, nell'interno del bacino, alla sua estremità settentrionale.

mancano invece o sono scarsi nei tratti in cui la roccia è fessurata, nodulosa o attraversata da vene spatiche; generalmente, sono più communi alla superficie degli strati che sulle testate loro.

Questi fori salgono molto alti (a non meno di 10 metri sul mare) nello scoglio che sostiene il Castello di Camogli, ma ivi non potei misurare la loro altitudine. A ponente del paese, fuori del porto, ne osservai a circa metri 7,50 sulle basse acque. Essi sembrano piuttosto spessi nella parte superiore della zona forata, senza però dar luogo ad una linea di livello ben definita e si fanno più radi inferiormente; a circa 50 centimetri sulle basse acque, formano, nella medesima località, un'altra striscia di fori fitti, superiormente ben limitata, il qual fatto accenna ad un rallentamento o ad un arresto nel movimento d'ascensione. È da notarsi che in quelle acque e nella parte sommersa delle medesime rupi i litodomi sono ancora viventi.

A Camogli, quantunque i fori dei litofagi di cui si è fatto cenno attestino emersione recente, non mancano indizi di un fenomeno posteriore in senso contrario. Parecchi edifizi del paese, i quali non furono forse innalzati in posizione sì mal sicura, sono spesso battuti in breccia dai marosi e minacciano rovina; uno, fra gli altri, situato accanto alla rupe che serve di base al castello, suol essere investito dalle onde, durante le burrasche, fino all'altezza del secondo piano.

Agostino Bianchi sostenne fin dal 1818 il principio « che il mare vada di continuo innalzando la propria superficie » e citò parecchie osservazioni a sussidio della sua tesi. Da lungo tempo, egli scriveva, il mare va guadagnando il piede dell'antico monastero di S. Fruttuoso di Codimonte, situato verso la metà del promontorio di Portofino, ed il pavimento dell'atrio di scalo è diggià soverchiato dall'onde. Poi soggiungeva: « Non è probabile che sia stata collocata in tanta prossimità della riva una fabbrica fondata in una cala deserta forse prima del mille; epoca nella quale i Mori insultavano ancora le coste della Liguria, e depredavano persino

la basilica dei dodici Apostoli, ora chiesa di S. Siro, che rimaneva allora fuori delle mura di Genova, che oltrepassavano di poco l'attuale piazza di S. Giorgio » ([1]).

Il Bianchi attribuiva in principal modo questo innalzamento alla copia di detriti rapiti alla terra emersa dalle acque pluviali e correnti e poi trascinate nei bacini marittimi di cui innalzano progressivamente il fondo.

Nel punto detto S. Salvatore, sull'Entella, ad una distanza di circa due miglia dal mare, vi era un porto che si mantenne fin verso il 11° secolo ed ora è colmato. Si trovano ancora di tempo in tempo scavando il terreno in quei pressi denti d'ancora ed anella di ferro da legar navi.

Presso Chiavari, la spiaggia si avanzava fino a pochi anni or sono, ed ora è in via di regresso ([2]). È difficile di accertare, nella condizione presente dei nostri studi, se in questa successione di fenomeni ebbe qualche parte, come credo probabile, un mutamento nei rapporti rispettivi della terra emersa e del livello marino.

A Sestri Levante, la penisola sulla quale sono situati la villa Pinna, i ruderi della fortezza e il camposanto, è connessa alla terraferma da una lingua d'arena, alta circa 2 metri sulle basse acque, la quale, durante le più grosse mareggiate invernali, sarebbe soverchiata dalle onde se non vi si opponessero gli edifizi di cui è in parte coperta. È assai probabile che questo istmo sia di formazione recentissima, perciocchè nell'antica cronologia del Padre Aurelio si legge sotto la data del 1293: *Insula Segestri quae ab Imperatrice Adelaide fuerat donata Monastero ad Caput Montis, hoc anno venditur Bartholomaeo de Federico* ([3]). In una

---

([1]) *Osservazioni di un coltivatore di Diano sulla Liguria Marittima*, vol II, p. 177. Genova, 1818.

([2]) Vedasi in proposito il paragrafo intitolato *Sedimentazione*.

([3]) *Tractatus chronologicus a variis auctoribus compilatus studio Fr. Aurelii a Genua capucini*. Genua, 1712.

piccola carta della Liguria disegnata alla fine del secolo XVI ed unita al *Thesaurus antiquitatum et historiarum Italiae, mari Ligustico et Alpibus vicinae* ecc. del Graevius (Lugduni Batavorum, 1704) la rupe di Sestri apparisce già unita alla terraferma. Essa è tuttora designata nel vernacolo del paese sotto l'appellativo di *Isola*; non v'ha però motivo di credere, a parer mio, che abbia perduto la sua condizione insulare per causa diversa dall'insabbiamento, il quale è favorito in quel punto dai copiosi materiali trasportati dal Gromolo.

Nel fondo del golfo della Spezia, le pianure occupate dall'arsenale della R. marina e dalla città, nonchè quelle di Migliarino e degli Stagnoni, di formazione recentissima, si sono notevolmente protese anche nei tempi storici, massime presso lo sbocco di alcuni piccoli corsi d'acqua [1]. Ma dall'ispezione dei luoghi non risulta che questo fatto dipenda da mutamenti nei livelli rispettivi dello specchio marino e della terra emersa.

Poco lunge, però, si avrebbe un esempio notevolissimo di avanzamento del mare, il quale si dovrebbe ragionevolmente attribuire a depressione del suolo o ad innalzamento nel livello delle acque.

Entro allo stesso golfo della Spezia, a ridosso delle traversie dominanti e in luogo ove le correnti, il moto ondoso e la marea non possono avere che una potenza d'erosione limitatissima, il lido della Marinella, a quanto narra il professore G. Bertoloni, è rapidamente corroso; talchè il bosco piantato alcuni anni or sono, ad una certa distanza dal battente del mare, è ora lambito dalle onde [2]. Il tratto di riva

---

[1] Vedi, più innanzi, nel paragrafo intitolato *Sedimentazione*, alcuni fatti in proposito.

[2] Bertoloni G., *Vegetazione del primo tratto merid. di lido maritt. ital.*, Memorie della R. Accad. delle Scienze di Torino, serie 2ª, tomo IX. Torino, 1869.

situato tra il piccolo seno di Lavalà inclusivamente e la chiesa di S. Terenzo andò sommerso; nel seno precitato, una casa alla quale non pervenivano le onde marine, quando il Bertoloni era giovinetto, andò distrutta non è molto dalla furia del mare. La sporgenza che si trovava alla base del monte di Marigola fu egualmente demolita, insieme a varie muraglie, e ad un orto col suo pozzo. Il mare battè poi in breccia, secondo il medesimo autore, la così detta casa dei Gesuiti.

Alcuni attribuiscono a torto l'avanzarsi del mare ad un mutamento delle condizioni idrografiche locali, avvenuto per la costruzione del molo di Lerici.

Nella sua lettera a Carlo Bonnet, pubblicata nel 1784 in Verona, tra le « Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana delle Scienze », lo Spallanzani accenna per incidenza ad un antico monumento da lui rinvenuto nell'isola del Tino, monumento in cui si avrebbe la dimostrazione dell'invariabilità del livello marino da ben 9 secoli. Null'altro si trova in proposito tra le memorie stampate dall'insigne naturalista: ma egli lasciò scritto in una nota inedita, rinvenuta dopo la sua morte, che il monumento in cui credette ravvisare la prova di così persistente immutabilità del livello marino consiste in una antichissima gradinata fatta nella roccia, per la quale si ascende all'isola dalla riva del mare; i due ultimi scalini di questa gradinata, a mare tranquillo, sono ora sommersi.

Nel riferire i fatti qui ricordati, Antonio Bertoloni avverte in prima che il monastero di San Venerio, cui appartiene la scala scavata nel sasso, non risale a 9 secoli addietro, come supponeva Spallanzani, ma solo a 7. Egli soggiunge poi che la circostanza dei due gradini sommersi, anzichè provare l'invariabilità del livello marino sarebbe piuttosto un argomento valevole per sostenere l'opinione contraria, non potendosi ammettere che i due gradini siano stati fatti per restar sott'acqua. Osserva ancora il medesimo autore che alla sommità dell'isolotto Tinetto, presso il Tino, si

trovano i ruderi di un piccolo cenobio (posto altra volta sotto la giurisdizione di quello di San Venerio), ruderi cui ai giorni nostri giungono i più alti marosi durante le forti mareggiate; orbene, non è probabile che originariamente il cenobio fosse esposto all' impeto delle onde.

All' estremità del Capo Corvo, o promontorio di Luni, havvi una grotta che ha nome Tana del Serpente, la cui apertura, altra volta ampia e facilmente praticabile, è divenuta a poco a poco, col tempo, angusta, perchè ostruita dai sedimenti della Magra; quando il mare è tranquillo, esso lambisce ora la bocca della caverna e giunge alla superficie del deposito. Non è questo, chiede l' autore precitato, un indizio di sollevamento del livello marino?

Il medesimo fenomeno da cui dipendono i mutamenti ora accennati, nei rapporti reciproci della terra emersa e del mare, si manifesta eziandio nella posizione delle rovine di Luni, le quali giacciono in parte ad un livello inferiore a quello del mare, come ebbe a verificare Carlo Promis negli scavi archeologici ivi da lui compiuti. È vero bensì che, come sappiamo da Rutilio Numanziano, Luni era lambita dal mare, mentre i suoi ruderi ne distano al presente di ben duemila passi; ma facilmente si spiega questa distanza, osservando la natura del terreno, il quale è tutto formato di sedimenti depositati dalla Magra.

Senza addurre alcun valido argomento a favore della sua tesi, Bertoloni reca i fatti precitati quali prove di un lento sollevamento del mare, mentre con ugual ragione potrebbero considerarsi come dovuti ad un secolare avvallamento del suolo.

Fuori del territorio di cui precipuamente mi occupo in questo lavoro, sulle spiaggie della Provenza, come su quelle della Toscana, gli accenni ad una depressione del suolo, o ad un recente innalzamento del livello marino (che forse ancora continua), sono pur numerosi ed evidenti.

Nel 1884, la sezione ligure del Club Alpino, dopo mia proposta, deliberò di collocare un segnale nelle vicinanze di

Genova, in riva al mare, allo scopo di accertare e di misurare gli spostamenti che per avventura si verificassero nei rapporti reciproci del livello marino e del litorale. Il punto prescelto fu lo scoglio situato a levante del piccolo promontorio di S. Andrea, nella proprietà Peirano. Il segnale consiste in due parallelepipedi di pietra dura e tenacissima, di diverso colore, l'uno di granito, l'altro di serpentina, profondamente incastrati e murati nella roccia, che è una diabase (gabbro verde), in guisa che costituiscono colla loro sovrapposizione una retta orizzontale. Il segnale doveva essere completato coll'inscrivere accanto ad esso la sua altitudine iniziale sul livello del mare; ma, disgraziatamente, passarono parecchi anni, e sopravvenne il terremoto del 23 febbraio 1887, senza che si provvedesse alla relativa misura. Finalmente, il presidente della sezione ligure del Club Alpino, ing. L. Timosci, eseguì egli stesso questa misura il 2 marzo successivo, ottenendo, per la linea orizzontale, m. 4,665 sopra il pelo dell'acqua; e siccome nel giorno e nell'ora della osservazione, secondo i dati somministrati dall'Ufficio Idrografico della R. Marina, il mareografo del porto di Genova accusava un livello marino di 19 centimetri inferiore al medio (desunto da tre anni d'osservazioni), ne segue che, sottratto questo valore da m. 4,665, resta, come misura dell'altitudine di essa linea sul livello del mare, m. 4,475.

Dopo il terremoto del 23 febbraio 1887, nel mese di ottobre dello stesso anno, il sig. E. Charlon, ingegnere direttore dello stabilimento Decauville a Diano Marina, avendo ravvisato lungo quella costiera le tracce di una progressiva sommersione, incominciata, secondo ogni probabilità, da parecchi secoli, pensò di rendere possibili in avvenire precise osservazioni su questo fenomeno col mezzo di opportune linee di livello. Per l'attuazione di siffatto progetto, egli stabilì due caposaldi, l'uno a Borgo Paradisi (comune di Diano Marina), nel muro di cinta dello stabilimento Decauville, l'altro sotto l'antico forte Sant'Elmo (comune di Diano Calderina), nella roccia viva, che è calcare marnoso, cocenico,

a strati inclinati. In entrambi i punti il segnale fu formato da due parallelepipedi di pietra litografica, disposti orizzontalmente l'uno sopra l'altro, e separati da uno straterello di cemento nero (con grafite), il quale apparisce come una linea orizzontale. Il primo fu stabilito il 20 ottobre 1887, alle 3 45' p. m., a m. 2,970 sul livello marino. Orbene, siccome in quel momento, secondo le indicazioni comunicatemi dal direttore dell' Ufficio idrografico della R. Marina in Genova, il livello del mare era di 39 millimetri superiore al livello medio, si avrebbe come altitudine del segnale la cifra di m. 3,009. Senonchè, per la distanza fra il litorale di Diano e il porto di Genova, e per le diverse condizioni dei due punti rispetto alle influenze atmosferiche e mareografiche, siffatta indicazione risulta di poco valore per noi.

Il secondo caposaldo fu stabilito il 29 ottobre 1887, ad un' altitudine che non fu misurata con precisione se non il 2 maggio 1888, alle ore 8 10' a. m. In quel momento esso trovavasi a m. 5,91 sul pelo dell' acqua. Si sa che nello stesso giorno le acque erano basse; manca però il riscontro del mareografo di Genova.

Giova poi notare in proposito, come l' Istituto geografico militare abbia compiuto, fin dal 1888, una livellazione di precisione del litorale compreso fra il confine francese e la città di Livorno, i cui caposaldi offrono ottimi punti di riferimento; laonde, per quanto ha tratto a questo litorale, si è già provveduto ad esuberanza a rendere possibili in avvenire esatte misure dei mutamenti che per avventura si verificassero nei livelli rispettivi della costa e del mare.

Sulle rive del Mar Ligure, i capisaldi, relativi alle accennate livellazioni, che meglio si prestano alle misure di cui tengo discorso, sono situati sulle banchine dei porti di San Remo, di Porto Maurizio e Oneglia e sopra un gradino della chiesa di Diano Marina.

Valli sommerse.

Se si tracciano sopra una carta del Golfo di Genova le linee isobatimetriche, ossia di uguale profondità, desunte dagli scandagli assai numerosi ed esattissimi testè eseguiti dalla R. nave idrografica *Washington*, si osserva, come si è già avvertito, che queste linee presentano sinuosità assai risentite dirette verso il litorale, massime di contro alla Riviera occidentale, sinuosità che corrispondono, per la posizione e la direzione, ad altrettanti fiumi o torrenti.

Di contro alle foci del Bisagno e della Polcevera son ben distinte le sinuosità presentate dalle linee di 200, 500, 600, 900 m. La depressione corrispondente alla Polcevera piega un pò a ponente e, ad una certa distanza da terra, sembra continuarsi al largo con un fondale di 1500 e perfino 1800 m.; ma, oltre i 900 m., non si può asserire che essa sia proprio il prolungamento della valle della Polcevera, perchè gli scandagli vi sono troppo radi. Certo è che, a circa 4 miglia a mezzogiorno da Genova, appariscono ben manifesti, nel prolungamento dei due corsi d'acqua, i due solchi, profondo l'uno 500 m. e l'altro 592, divisi mercè un rilievo che s'innalza a soli 135 m. dalla superficie.

Alla foce del Taggia o Argentina comincia a manifestarsi una sinuosità nelle linee batimetriche di 50 e 100 metri, ma molto meglio si accusa in quelle di 200 e di 500 m., e, a quanto si può argomentare dagli scandagli, fa sentire la sua influenza fino alla linea di 1000 m. Laddove, in mezzo alla valle sommersa, passa la linea di 900 m., lungo le rive di essa, il fondo s'innalza, da una parte, a 346, dall'altra, a 160.

Anche alle foci della Roia e della Nervia si presentano sinuose le linee di livello di 50 e di 100 m. (in questa assai più che in quella) e la concavità, rivolta, s'intende, verso terra, è assai spiccata nella linea di 500 m. Alla distanza di 1 miglio e $^{3}/_{4}$ dalla foce della Roia, si trova nel mezzo della depressione

una profondità di 536 m., mentre ai due lati il fondo risale a circa 200 m. Ad una distanza un pò minore di 5 miglia da terra, mentre il punto più profondo della valle sottomarina è dato da una quota di 931 m., si trovano a breve distanza, ai due lati, fondi di 145 e 410 m.

La depressione che trovasi nel prolungamento della Roia segue la direzione dominante nell'ultimo tratto di questo corso d'acqua; quella in continuazione della Val di Nervia (la quale corre, presso la foce, parallelamente al meridiano) si mostra diretta da N.O. a S.E. Qui può cadere il dubbio, tuttavolta, che il solco rappresenti il prolungamento di una altra valle più orientale, dubbio per verità poco plausibile, perciocchè i corsi d'acqua situati a levante della Nervia fino al fiume di Taggia, non sono che torrentelli.

Sono questi gli esempi più spiccati di valli sottomarine sui quali già altra volta chiamai l'attenzione degli studiosi (1), ma il fatto si verifica più o meno per quasi tutti i corsi di acqua nella Riviera di Ponente. Oltre a ciò, le quote di profondità che presentano in alcuni punti salti rapidi, procedendo da terra verso il largo, accennano a terrazzi sommersi e ciò tanto per la Riviera occidentale, quanto per la orientale. È assai probabile che il Capo di Noli, il quale è indubbiamente un terrazzo emerso pliocenico, abbia per base uno scaglione sottomarino. Questo fatto si può argomentare dalla prossimità, appiè di esso capo, delle linee di livello di 200 e di 500 metri. (2)

Questa singolare configurazione del fondo del mare Ligure risulta manifesta, nella carta idrografica testè citata, dovuta ad accuratissimi rilievi diretti, come dissi, dal Magnaghi. E qui

(1) Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séances du 24 et du 31 janvier, 1887.

(2) Alla base del Capo di Noli vi ha forse un'altro scaglione sommerso, meno profondo.

mi sta a cuore di rendere pubbliche grazie al valente ufficiale, il quale mi ha dato facoltà di consultare la minuta della sua carta prima che fosse fatta di pubblica ragione e mi ha messo così in grado di profittare di nozioni assai importanti per l' interpretazione della geologia ligure.

Non v' ha dubbio che le depressioni sottomarine in continuazione delle valli torrenziali e fluviali della Liguria e i terrazzi esistenti sotto il livello del mare sono la conseguenza di una recente sommersione, per la quale una zona assai estesa delle Riviere liguri si è avvallata almeno di 900 metri e giace coperta dalle acque del Mediterraneo.

Non mi pare ammissibile che una sommersione così ingente dipenda da un fatto locale. Essa probabilmente si collega a vicende geologiche, la cui influenza si è fatta sentire in tutta Italia, in tutto il bacino del Mediterraneo. Affine di apprezzare adeguatamente la sua importanza, in ordine alle oscillazioni lente o rapide del suolo, cui andò soggetta la Liguria, è mestieri innanzi tutto determinare l' epoca alla quale deve riferirsi la formazione delle valli e il successivo loro sprofondamento.

È chiaro che le valli, dovute indubbiamente alla erosione fluviale e torrenziale, non risalgono oltre il miocene, perciocchè le pieghe assai risentite, le contorsioni, gli sconvolgimenti, di cui le assise del piano liguriano portano tracce nello Apennino, dimostrano che le vicende geologiche subite dal nostro territorio, dopo il liguriano, non hanno lasciato sussistere alcuna parte dell' antico regime orografico e idrografico; infatti, si osserva che bene spesso le cime dei monti corrispondono al fondo dei sinclinali del calcare a fucoidi e a certe valli odierne corrispondono invece gli anticlinali abrasi della stessa formazione. Le medesime considerazioni valgono per quanto riguarda il periodo bormidiano, il più antico dell' epoca miocenica.

Non è del pari supponibile che le valli sottomarine ora sommerse sieno state scavate durante il langhiano, l' elveziano e il tortoniano, perchè compresi in una fase di som-

mersione, durante la quale quasi tutta la Liguria era sotto acqua. Da tali esclusioni risulta che la formazione delle vallate deve essere avvenuta posteriormente, in un periodo di emersione, e quindi, o durante il messiniano o al principio del quaternario; nel primo caso, la sommersione risalirebbe al pliocene, nel secondo sarebbe avvenuta durante lo stesso quaternario, appena compiuta l'erosione delle valli.

Nella seconda ipotesi, si dovrebbe ammettere necessariamente che tra la fine del pliocene e l'attualità si fossero compiuti nella Liguria occidentale i seguenti fenomeni:

1. Sollevamento delle marne, sabbie e conglomerati pliocenici fino a 1500 metri (al Monte Bellinda presso Mentone).

2. Erosione degli stessi per metri 500 almeno, per formare le valli.

3. Sommersione delle valli ad oltre 950 metri.

4. Emersione del lido quaternario di 50 metri almeno [1]; ciò non tenendo conto della immersione di una diecina di metri almeno, verificatasi, in parte, durante anche dopo i tempi storici.

Orbene, a meno di invocare cataclismi incompatibili colle dottrine geologiche omai professate nelle scuole più autorevoli, non pare che un tal complesso di fenomeni abbia potuto aver luogo nello spazio di tempo relativamente breve trascorso dal pliocene in poi. Non v'ha nessuna traccia, d'altra parte, d'alluvioni quaternarie antiche, situate a grande altezza sull'alveo degli odierni corsi d'acqua, alluvioni che giustifichino il supposto di una erosione quaternaria di centinaia e centinaia di metri. Di più, si trovano lungo le due Riviere, a pochi metri d'altitudine, caverne ossifere (che credo praticate dalle onde marine), contenenti ossami di mammiferi, riferibili al quaternario più o meno antico, ossami di cui non si

---

[1] Vedansi le osservazioni relative all'altitudine del quaternario marino in Liguria.

saprebbe spiegare il ritrovamento, nelle accennate condizioni di giacitura, se fosse avvenuto un avvallamento di 950 metri durante l'era quaternaria; perciò, io mi sono attenuto e mi attengo ancora alla prima ipotesi, secondo la quale le valli, scavate durante il messiniano, sarebbero state sommerse al principio del pliocene. Se così fosse, lo sprofondamento non sarebbe di soli 900 metri, ma di 1450 almeno, dovendosi aggiungere ai 900 quel tanto (metri 550) di cui furono sollevate, lungo la costa, le assise plioceniche.

Il mio supposto non è inverosimile, perciocchè il periodo messiniano corrisponde, come è noto, ad una fase d'emersione, durante la quale, secondo le indicazioni somministrate dalla paleontologia e dalla stratigrafia, la Sardegna, la Corsica e le isole dell'Arcipelago Toscano erano unite al continente. Che durante il messiniano il territorio ligure accogliesse grandi bacini d'acqua dolce, i quali dovevano essere alimentati da fiumi o torrenti, lo dimostrano i giacimenti lignitiferi di Caniparola e Sarzanello presso la Spezia, quello di Garbagna nel Tortonese e le marne a filliti di Stradella.

Nel suo recente studio *Dei terreni terziari presso il capo della Mortola in Liguria*, letto dinanzi all'Istituto Lombardo il 15 dicembre 1887, Taramelli muove alcuni gravi obbietti alle mie conclusioni e sostiene la tesi che l'intera oscillazione delle Riviere, per la quale furono scavate le valli e si inabissarono poscia nel Mediterraneo, ebbe a compiersi entro i tempi quaternari. Egli vede un primo argomento contrario alla mia interpretazione nel fatto che l'altitudine del lido pliocenico sui fondi delle valli attuali, presso le foci, ci obbliga ad ammettere che almeno di 550 metri queste vallette si sieno approfondite dal pliocene in poi; egli inferisce poi da ulteriori osservazioni che la direzione delle maggiori vallate fosse probabilmente diversa dall'attuale, durante il periodo messiniano, ed aggiunge che se i piccoli torrentelli liguri hanno potuto, in epoca sicuramente postpliocenica, incidere di centinaia di metri i depositi pliocenici e le rocce sottoposte, ben potevano essi ed i fiumi maggiori incidere anche

le valli, che sono sommerse, nel medesimo lasso di tempo. Sembra, eziandio, che il complesso dei fatti osservati in varie parti del Mediterraneo concorra a dimostrare una generale sommersione avvenuta dopo il pliocene.

Taramelli ammette che, se al principio del pliocene fossero state sommerse, le valli avrebbero dovuto essere obliterate dai depositi di quel periodo, depositi i quali, nella regione subapennina, superano 100 metri di potenza. Se la sommersione fu rapida, come egli crede al pari di me, la sedimentazione, soggiunge, fu però regolare e durò lungamente.

Lo smembramento dei numerosi lembi di pliocene marino della Riviera, non dissimile da quello dei lidi pliocenici lombardi, è dovuto non tanto alle correnti principali, quanto ai rigagnoli di falda e concorre a dimostrare, secondo l'egregio collega, la moltiplicità e la complicazione dei fatti posterziari. Egli adduce, infine, a favore della sua tesi la tenuità degli apparati alluvionali, quaternari e postglaciali delle precipue correnti della Liguria, paragonati ai depositi litoranei dei minori torrentelli; da ciò conclude che il golfo ligure fu invaso dal mare in epoca relativamente recente, per cui sopra larga zona andarono sommersi monti e colli secondari ed eocenici e scomparvero valli, alluvioni ed apparati di delta, che ora parzialmente obliterati e sepolti dai depositi marini, costituiscono il fondo del Tirreno. La distanza tra il periodo messiniano e il quaternario antico, in ordine al tempo, è poi relativamente breve, epperò, tra le due soluzioni che il problema comporta, la differenza non è tanto profonda quanto pare a prima giunta.

Alle stesse conclusioni del Taramelli perviene l'ing. Mazzuoli, nella sua memoria sul modo di formazione dei conglomerati miocenici dell'Apennino Ligure [1].

---

[1] Bollettino del R. Comitato Geol., anno 1888, n.° 1-2.

A queste osservazioni, delle quali non mi dissimulo il valore per la natura stessa degli obbietti e per l'autorità di chi li adduce, rispondo in prima che non mi sembra dimostrata la differenza che il prof. Taramelli suppone fra l'idrografia messiniana e la odierna, perciocchè, quantunque dal messiniano in poi sieno sopravvenute amplissime oscillazioni del suolo, oscillazioni regionali che dovevano manifestarsi sopra vasti tratti di paese, non è men vero che le assise sedimentari del messiniano stesso e quelle posteriori sono generalmente poco inclinate sull'orizzonte, come può vedersi, in ordine alle prime, nella formazione gessosa della valle del Tanaro e di Stradella e, per quanto riguarda il pliocene, lungo tutto il litorale ligure. Il raddrizzamento del pliocene di Mentone e di qualche altro punto è un fatto puramente locale.

Se la sommersione fosse avvenuta durante il pliocene, dice il Taramelli, le vallate avrebbero dovuto rimaner colmate dalle melme plioceniche. Ciò avvenne in effetto, secondo la mia ipotesi, ma avvenne ove la sedimentazione è più attiva, cioè presso le coste. Egli ammette che le vallette odierne e quindi le loro continuazioni sottomarine furono erose durante il quaternario e, a titolo di prova, adduce l'erosione indubbiamente quaternaria operata dai torrenti attuali nelle formazioni plioceniche; a ciò parmi si possa opporre che l'erosione odierna si è prodotta e si produce a spese di materiali mobili, argille, marne, sabbie, conglomerati, ed è perciò più attiva; ma i corsi d'acqua attuali sarebbero stati insufficienti, io credo, a tracciare solchi di 500 metri di profondità, entro rocce secondarie e paleozoiche, per lo più dure e tenaci.

La prova che le nostre vallate sono più antiche del quaternario (in tesi generale) la ravviso in ciò che lo stesso conglomerato pliocenico, in mezzo al quale si verificano le più profonde incisioni, è propriamente, come si è studiato di dimostrare de Chambrun de Rosemont, un deposito fluviale o meglio una formazione d'estuario. Infatti, esso non si

estende a tutto il lido della Riviera, ma si presenta solo alla foce dei maggiori corsi d'acqua, cioè del Varo, della Roia, della Nervia, del Centa. Manca quasi del tutto il conglomerato nei lembi pliocenici di Bordighera, di Savona, di Albissola, di Arenzano, di Genova: a Mentone, a Bussana, a Porto Maurizio, a Oneglia, a Cervo, a Vado, esso è ridotto alla minima espressione, perchè ivi mettevano e mettono foce corsi d'acqua insignificanti.

La disposizione delle assise di conglomerato, sempre più inclinate presso il mare che a monte, ciò in specie alle foci Varo (nelle vicinanze di S. Laurent) e a Castel d' Appio, se dipende dalla inclinazione del piano di sollevamento, accenna pure in alcuni casi ad una formazione d'estuario. Di più, il fatto che entro questa roccia clastica abbondano ciottoli provenienti da gran distanza (e qui alludo principalmente ai porfidi e gneiss permiani e alle quarziti triassiche, tanto comuni nelle puddinghe del Varo e di Ventimiglia) è segno che essa fu elaborata da potenti corsi d' acqua.

Se talune osservazioni relative al conglomerato del Monte Bellinda, citate dal prof. Taramelli, giustificano il supposto che altra volta la Bevera, che ora affluisce nella Roia, mettesse più a ponente, mi sembrano insufficienti a far fede di un mutamento radicale nelle condizioni idrografiche del paese dal pliocene in poi.

Che dire dell' argomento che il Taramelli trae a vantaggio della sua tesi dalla tenuità degli apparati alluvionali e postglaciali dei maggiori corsi d' acqua in Liguria? A me pare che, accettando l' ipotesi dello sprofondamento pliocenico, si spiega facilmente come durante il quaternario, mettendo i fiumi e i torrenti ad una costa a picco, fossero le condizioni poco propizie al prodursi di potenti ed estese formazioni di spiaggia.

D' altra parte, se quà e là si palesano le tracce di un sollevamento postpliocenico, si è veduto pure come a Monaco, a Diano Marina, a Bergeggi si manifestino le tracce di una

progressiva sommersione, per la quale parte dei depositi alle foci dei fiumi deve essere necessariamente scomparsa.

Contro la interpetrazione ammessa dai miei egregi contraddítori rimane poi sempre l'argomento capitale che io ho desunto dalle caverne ossifere litorali, argomento non ancora adeguatamente sviluppato e che a me sembra decisivo.

Infatti, se supponiano che il grande avvallamento di 900 metri sia avvenuto durante il quaternario, ne vien di conseguenza che tutte le caverne scavate precedentemente presso il mare debbono essere ora sommerse. Quelle che noi vediamo sopra il suo livello, o si trovavano dunque, un tempo, ad una altitudine superiore ai 900 metri, o pure furono scavate posteriormente. Orbene, a poche diecine di metri sul livello del mare, nelle cavità della rupe del Castello, a Nizza, in talune delle caverne dei Balzi Rossi, presso Mentone (a circa 28 metri d'altitudine), e in specie nella grotta di Grimaldi alla Mortola (m. 70 sul mare), furono raccolti nella breccia ossifera avanzi di mammiferi del quaternario più o meno antico. A Nizza, fu segnalato il *Felis spelaea*, il *Felis antiqua*, l'*Ursus spelaeus*, un *Hippopotamus*, un *Rhinoceros* (forse il *tichorhinus*), un elefante, probabilmente il *primigenius* ([1]).

Ai Balzi Rossi, si raccolsero resti di: *Ursus spelaeus*, *Hyaena spelaea*, *Arctomys primigenia*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Bos primigenius*, *Cervus alces* e di molte altre specie. Nella grotta di Grimaldi, il Rivière rinvenne: *Elephas meridionalis*, *Hippopotamus major*, *Rhinoceros sp.*, *Gulo spelaeus* ecc. ([2]).

Siccome alcuni dei fossili enumerati, massime quelli della

([1]) Rivière, *Paléoethnologie, ou de l'antiquité de l'homme dans les Alpes Maritimes* Paris, 1878-1880.

([2]) *Grotte de Grimaldi en Italie.* Association Française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Paris. 1878. Paris, 1878.

grotta di Grimaldi, sono propri all'orizzonte inferiore del quaternario, è mestieri ammettere che le caverne in cui erano contenuti si trovassero prima dello sprofondamento ad altitudine maggiore di 900 metri, oppure che lo sprofondamento fosse già avvenuto al principio del quaternario ([1]). Se è poco probabile che, per la massima parte, quei mammiferi vivessero a tale altezza sul livello del mare, mentre il clima già doveva subir l'influsso della fase glaciale, sarebbe addirittura assurdo il supporre che l'ippopotamo, animale essenzialmente acquatico, che non suole allontanarsi dal mare o dai grandi fiumi, vivesse in così elevata stazione. E si noti che l'ippopotamo fossile fu pure segnalato in analoghe condizioni in una breccia ossifera quaternaria, a Santa Teresa sul Golfo della Spezia.

È giusto ricordare che prima il Savi poi il Cocchi ravvisarono, lungo il versante occidentale del nostro Apennino, segni non dubbi di sprofondamento. Scrive il Cocchi a questo proposito:

« Successivamente quella contrada sofferse violenti commozioni, si ruppe, si dislocò; una parte, e fu la orientale, si elevò e ben presto fu conformata in catena, l'altra, e fu la occidentale, si inabissò, ma non uniformemente, cosicchè ne derivarono contrafforti, catene secondarie, valli longitudinali, e trasversali. Il fianco dell'Appennino che guarda Toscana presenta ovunque l'aspetto di *faglia*, della rottura violentemente patita. Possono aversi altre riprove di quello che vi asserisco nell'abbassamento della catena metallifera manifestatoci da altri fatti, nella piccola elissoide all'oriente della Spezia, che è così evidentemente rotta e troncata da non ingannare il meno esperto; nei numerosi poggi di terreno

---

([1]) Alcuni dei giacimenti fossiliferi precitati potrebbero forse appartenere al pliocene superiore, anzichè al quaternario inferiore: ma non rimarrebbe alterato per ciò il significato loro, in ordine alla mia tesi.

diluviale della Val di Magra certamente posteriori ai depositi lacustri di Olivola e delle vicine località che vi ho descritte; nella costa di Genova, lungo la quale dappertutto si vedono le tracce del violento dismembramento di quella originaria continuità con quel tratto di terra che è ora inabissato nel mare » [1].

Anche il Suess, pur non conoscendo, al pari degli autori precitati l'esistenza di vallate sottomarine nel fondo del Golfo di Genova, argomentava alcuni anni or sono [2], che le masse centrali di due potenti allineamenti montuosi che si uniscono sulle rive di esso golfo, ad eccezione di pochi rudimenti, fossero sommerse sotto le sue acque e in parte sepolte sotto i depositi recenti della pianura. Secondo questo geologo, l'asse tirrenico sprofondato rappresenta forse la continuazione dell'arco formato dalla catena alpina.

Sedimentazione e Erosione.

Interrimento.

Indipendentemente dalle variazioni verificatesi nell'altimetria delle terre emerse rispetto al mare, si produsse da alcuni secoli sulle coste del Golfo di Genova un interrimento assai notevole, il quale fu provocato o almeno favorito dal progressivo diboscamento dei monti e dei colli e dallo estendersi delle colture. Perciò, parecchi piccoli porti menzionati dagli antichi scrittori e segnati nelle carte sono scomparsi e, ove la costa era alta e rupestre, si protendono ora in al-

---

[1] Cocchi I., *Introduzione al corso di Geologia, letta li 5 marzo 1860 nel Regio Museo.* Firenze, tip. Le Monnier. 1860.

[2] Suess, *Sulla struttura della penisola italiana.* Bollettino del R. Comitato geologico. anno 1872.

cuni punti spiagge basse e arenose. Come vedremo in seguito, si accusa però da alcuni anni, per tratti non brevi di litorale, un avanzamento del mare.

La via Aurelia, che corre sempre più o meno discosta dal mare, lungo la Riviera, sarebbe stata fatta, io credo, in posizione meno malagevole, almeno per certi tratti, se allora le spiagge odierne non fossero mancate.

Secondo il Bianchi, Albenga era bagnata dal mare nel 1436, anno nel quale, assediata per terra da un esercito del Duca di Milano, fu soccorsa di viveri per mare, da una nave genovese. La formazione recentissima del piano d'Albenga si può inferire del pari da che negli scavi eseguiti testè, affine di riparare il ponte della ferrovia sul Centa, il quale dista poco più di 600 m. dal mare, si trovò ad un livello appena inferiore a quello della bassa marea una sabbia sottile, contenente un gran numero di conchiglie marine in perfetto stato di conservazione, dotate cioè dei colori e della lucentezza che sogliono presentare nello stato fresco. Tutte queste conchiglie appartengono alla fauna attuale.

Del porto di Varigotti, oggi colmato, asseriva nel 1500 Leandro Alberti « che è bello e buono »; « La spiaggia a greco-levante del Capo di Varigotti, scriveva il Bianchi, conserva ancora il nome di Porto e dalla forma e dalla disposizione del terreno se ne riconosce ancora il cratere. Sussiste perfin la torre che ne indicava o ne custodiva l'ingresso, ad uso di fanale o di propugnacolo. Forse questo era l'antico Pollupice dell'itinerario di Antonino Pio ». Si accerta che il castello di Castiglione, presso Sestri Ponente, costruito nel 1100, sia stato eretto a difesa del piccolo golfo o seno di San Lorenzo, in cui allora si ricoveravano le navi e che è ora interrato. Nel 1840, praticandosi scavi nel letto del Chiaravagna, si rinvennero ancore ed altri avanzi che confermano questa tradizione.

Si è parimente conservata la tradizione di un piccolo porto o meglio di una cala situata alla foce d'un torrentello che sbocca nel Golfo di Rapallo e si vuole che al principio

del secolo esistesse ancora un ponte ad arco acuto, assai alto, sotto il quale passavano anticamente, senza disalberare, i navicelli che cercavano rifugio nel piccolo estuario.

Si crede che all'epoca del dominio romano il mare penetrasse fino a S. Salvatore, sull'Entella, e quivi forse esistevano porti che servivano ai traffici dei Liguri Tigulii e Lapicini. Ad ogni modo, dai tempi storici più remoti fino a noi, si produsse colà un esteso interrimento (dovuto alle torbe del torrente), il quale tende da pochi anni a scomparire per lo avanzarsi progressivo del mare.

L'attuale ponte della Maddalena sull'Entella, fabbricato nel 1210 dai conti Fieschi, era, secondo l'ing. Passaglia poco discosto dalla marina e si trovava lungo l'antica via romana, detta anche via Rezza, che metteva da Chiavari a Lavagna e si continuava poi per le colline dei Cavi e Santa Anna, sboccando al piano di Sestri presso il così detto Forte, ciò perchè non esisteva allora la spiaggia che avrebbe consentito un transito più diretto.

« Da questi dati sulla cui attendibilità non può cader dubbio alcuno, soggiunge il Passaglia, abbiamo che nello spazio di soli 600 anni, la spiaggia si è protratta da nord a sud per circa 1200 metri, occupando l'antigolfo, per una estensione di quasi 2500 mila metri quadrati. Perciò, l'aumento lineare sarebbe stato in 600 anni di metri 2 per ciascun anno e quello superficiale di metri 4166 » [1].

Tenendo conto della forma del golfo, il quale si allargava verso mezzogiorno, questa cifra dovrebbe essere notevolmente accresciuta. Risulta infatti da una pianta rilevata nel 1400, per incarico della famiglia Fieschi, che in quel tempo la spiaggia si era già allontanata di 500 m. dal ponte della Maddalena, per cui l'incremento lineare sarebbe stato di metri 2, 50 invece di 2. Nè ciò deve far meraviglia se si

---

[1] *L'Estuario dell'Entella*. La Liguria Orientale, anno 1890, Chiavari.

rifletta che anche al di d'oggi l'Entella convoglia al mare ben 100 mila metri cubi di materie solide.

Il piano che limita a N.O. il Golfo della Spezia e sul quale sono fondati gran parte della città e il regio arsenale, è un esempio istruttivo di esteso e potente deposito recente, dal quale si può argomentare che in tempi non molto lontani da noi le acque di esso golfo lambivano le colline e montagne circostanti. I lavori testè compiuti per la costruzione del grande bacino di carenaggio e della attigua darsena avvalorarono questa induzione. Ad 800 metri dal limite dell'antica spiaggia e a 12 metri di profondità, si rinvennero oltre a molte ostriche, ossa d'uomo e d'animali (cervo, cinghiale, e capra) caduti in mare, verosimilmente da una ripa del promontorio situato tra Pegazzano e il vallone di Balzano. Si trovarono pure due piccole stele d'arenaria. Poco lunge, a circa un centinaio di metri più oltre, verso il fondo del golfo, uno scavo mise alla luce massi e ciottoli calcarei, perforati dai litodomi ed ostriche. Il prof. Capellini stima che forse da non più di due mila anni il mare abbandonò quel territorio.

Nella piccola carta della Liguria compresa nel *Thesaurus antiquitatum et historiarum Italiae*, già da me citato, mentre il litorale delle due Riviere è rappresentato presso a poco nelle sue condizioni presenti, si vede alla foce della Magra introflesso in ampio estuario, comunicante verso E. con una estesa laguna. Tale estuario e le sue dipendenze costituivano verosimilmente il porto di Luni, di cui recenti scavi hanno messo alla luce i ruderi.

Depositi d'alto fondo.

Per mostrare quali sono i caratteri dei prodotti odierni della sedimentazione negli alti fondi del Golfo di Genova, descriverò succintamente tre saggi di fondo raccolti in mia presenza nel 1884 dalla R. nave idrografica *Washington*,

a bordo della quale io mi trovavo. Ecco in prima i punti da cui provengono i tre saggi:

N. 1. - Prof. m. 710 - Lat. 11° 21′ 66″ - Long. 6° 29′ 48″ E. Parigi.
N. 2. - Prof. m. 310 - Lat. 11° 19′ 10″ - Long. 6° 27′ 1″ E. Parigi.
N. 3. - Prof. m. 750 - Lat. 11° 19′ 20″ - Long. 6° 30′ 15″ E. Parigi.

Allo stato umido, cioè appena estratti, essi aderiscono alle dita, sono dolci al tatto ed emanano odore terroso. Asciugati, assumono color bigio scuro, meno intenso nel N. 2 che negli altri due; sono teneri come la comune argilla plastica e, stropicciati con un corpo duro, acquistano un certo grado di lucentezza.

Riscaldati al cannello, i tre saggi decrepitano, emettono odore di materia organica bruciata, poi si fanno più duri (acquistano durezza uguale a 2, 5), di color rossastro e si liquefanno superficialmente in smalto bruno, bolloso. Il punto di fusione è presso a poco intermedio fra il 3° e il 4° della scala di Kobell [1]. Si sciolgono facilmente negli acidi, producendo un po' d'effervescenza. È facile riconoscere in essi, mercè il cannello, la presenza del ferro, del sodio e del calcio.

Segue l'analisi chimica quantitativa del N. 3, eseguita per favore, a mia richiesta, dal prof. G. Foldi di Savona:

Sabbia finissima	37, 77	Silice	75, 78
		Allumina	18, 66
		Ossido di ferro	3, 19
		Calce	2, 35
			99, 98
Acido silicico	20, 63		
Allumina	13, 53		
Ossido di ferro	7, 26		
Calce	3, 63		
	82, 82		

[1] Il N. 2 sembra un poco più fusibile degli altri due e nel rimanente si comporta in egual modo.

Riporto	82,82
Magnesia	0,15
Solfato di calce	0,50
Carbonato di calce	4,86
Cloruro di sodio	2,90
Acqua di combinazione . . .	8,85
Acido fosforico	tracce
	100,08

Dalla analisi surriferita risulta che la melma di cui son coperti gli alti fondi del Golfo di Genova è essenzialmente una argilla ricca di ferro, con poco carbonato di calcio, calce e magnesia (queste verosimilmente combinate colla silice) e che essa contiene una sabbia minutissima, ricca di silice e d'allumina (questa indubbiamente allo stato di silicato), con poco ossido di ferro e calce, nella quale gran parte della silice è libera sotto forma di quarzo, che si vede a occhio nudo.

Secondo la divisione proposta, in una recente memoria sui depositi dei mari profondi, da F. Murray e A. Renard ([1]), questa melma sarebbe pertinente al tipo della *boue bleuâtre* (fango azzurrastro), che fa parte dei così detti sedimenti *terrigeni*, i quali occupano la zona litorale intorno ai continenti e alle isole e tutto il fondo dei mari chiusi, come il Mediterraneo ([2]) Essa è indubbiamente poco dissimile, almeno pei suoi caratteri esterni, dalle argille marnose ed ocracee comprese nelle formazioni eoceniche del Levantese, e plioceniche dei dintorni di Savona, Albissola, Vado, ecc.

I residui organici ricavati da questa melma, per mezzo

([1]) *Bulletin de Musée royal d'Hist. nat. de Belgique*, tome III, n. 1 Bruxelles, 1884.

([2]) In una memoria pubblicata nel 1881, in collaborazione col sig. G. De Amezaga, esposi i risultati dell'esame sommario di numerosi saggi di fondo, in gran parte analoghi a quelli del Golfo di Genova, raccolti nel Tirreno e nel Mar Siculo.

del lavacro, si manifestano costituiti di granuletti di quarzo, feldispato (principalmente plagioclasio), pirosseni, anfiboli, epidoto, olivina, ferro magnetico. Nel N. 2, i granuli raggiungono millim. 0,20 di diametro; nei N. 1 e 3, il diametro oscilla intorno a millim. 0,05 e di rado raggiunge 0,10.

I corpi organici rinvenuti nel saggio N. 1 (a m. 710) sono: foraminifere spettanti ai generi *Orbulina*, *Globigerina*, *Lagena*, ed alcune conchiglie: *Cassidaria echinophora*, Lin., *Trophon (Pagodula) clavatus?* Sars, *Chenopus Serresianus*, Mich., *Antalis fragilis*, Sars, *Entalina quinquangulare*, Forbes, *Syndosmya longicallis*, Scacchi. Dal N. 2, (a m. 310) ottenni: globigerine e orbuline, poche *Nodosaria*, *Rotalia* ed altre foraminifere (quasi tutte logore e alterate), poi frammenti di conchiglie, principalmente di pteropodi. Quelli del saggio N. 3. (a m. 750) consistono in: globigerine e orbuline in piccolo numero e scarse conchiglie (*Nucula Aegeensis*, Forbes, *Hyalaea inflexa*, Lesueur, *Cleodora pyramidata*, Lin.) Ad eccezione della *Cassidaria*, i testacei erano tutti privi del mollusco e mal conservati.

Per esprimere con maggior precisione la scarsezza relativa di corpi organici in questi saggi di fondo, aggiungerò come dalla lavatura di un grammo del N. 1 (allo stato umido) non mi riuscì ricavare più di 13 foraminifere, quasi tutte globigerine, mentre ne trassi parecchie centinaia dallo stesso peso di materia di altra località, per esempio, del Mar Siculo o del Tirreno.

Ammettendo che io abbia ottenuto solo la metà delle foraminifere contenute in quel grammo di melma (ed è il massimo che ragionevolmente si possa supporre), ne risulterebbe che un chilogrammo della stessa materia deve ricettare 26,000 di quelli organismi e una tonnellata 26 milioni!

In conclusione, i saggi di fondo esaminati appariscono assai poveri di residui organici, massime se si confrontano col altri saggi del Tirreno e del mar di Sicilia. Oltre a ciò, le conchiglie morte, estratte mercè il gangano, conchiglie di specie proprie ai fondi melmosi abissali e che vissero certa-

mente là dove furono raccolte, dimostrano che vi ha colà una fauna in via di estinzione. Da che dipende questa penuria di vita?

Io non saprei attribuirla che a certe condizioni fisiche delle acque e del fondo, probabilmente assai complesse e difficili a precisarsi nello stato attuale delle nostre cognizioni. Comunquesia, la scarsezza di pteropodi e d'altri invertebrati inferiori, nelle acque ligustiche, spiega la deficienza del pesce, ben nota fra noi, che diede luogo al motto volgare *mar senza pesci*. Laonde io ritengo che il pesce (fatta forse eccezione per poche specie dei bassi fondi) non manchi nelle nostre acque in conseguenza della pesca sfrenata, ma ben piuttosto perchè non vi trova quella copia di cibo che favorisce la sua moltiplicazione e il suo sviluppo.

Erosione marina

Della erosione marina antica e recente non mancano tracce fra noi. A tempi remoti si possono attribuire i terrazzi litorali già accennati (vedi tav. VIII), ripe scoscese e forate dai litodomi, osservate in parecchi punti e a varie altezze nei dintorni di Genova, le caverne allineate a circa 90 metri d'altitudine ai fianchi del Monte Caprazoppa nel Finalese, le grotte di Borro a Pietra Ligure, a circa 8 m. sul mare, le spelonche dei Balzi Rossi nel territorio di Ventimiglia, alte presso a poco 28 m. sul livello marino.

L'erosione marina recente si manifesta in modo evidente lungo il nostro litorale nella stessa disposizione delle rive rupestri, le quali sono per lunghi tratti scoscese, tagliate a picco e in alcuni punti strapiombano (per esempio al Capo delle Mele, al Capo di Noli, presso Celle); si manifesta pure colle caverne scavate alla loro base, come possono osservarsi a Vernazza, nel territorio delle Cinque Terre (tav. VI) e presso Portovenere (tav. IX).

Certe caverne, relativamente anguste e profonde, si for-

mano per la corrosione più rapida delle assise scistose rispetto a quelle di arenaria o di calcare tra le quali sono comprese. Al medesimo fenomeno sono dovute sicuramente due gallerie naturali, in cui penetra liberamente il mare e che attraversano da parte a parte una prominenza rocciosa alla Punta Moneglia (Riviera orientale).

La sporgenza che si osserva lungo il litorale del Golfo di Genova, tra Savona ed Albenga, sporgenza la quale corrisponde ad una zona di terreni antichi (vedi la carta geologica unita a questo libro) e quindi a rocce più salde e resistenti, mostra qual parte importante spetti alla ablazione e per conseguenza alla erosione marina nella genesi di esso golfo. Non si oppone alla mia argomentazione il fatto che tali rocce antiche mancano al Promontorio di Portofino, il quale è tuttavolta assai protratto, perchè in questo l'altitudine eccezionale dello sperone montuoso suppliva forse alla minor resistenza e saldezza dei materiali.

Mentre, come si è avvertito, alcuni tratti del nostro mare si vanno colmando, a causa degli interrimenti, si osserva una retrocessione ben manifesta del lido ad Oneglia, a Diano Marina, a Laigueglia, a Finalmarina, a Pietra Ligure, a Varazze, a Cogoleto, a Voltri, a Pegli, a Pra, a Cornigliano, a Sampierdarena e perfino a Chiavari. Per difendere gli edifizi, i campi, le vie dalla invasione delle onde, e per conservare gli arenili, furono fatte numerose gettate perpendicolari alla riva; in alcuni punti, per esempio, lungo il tratto della ferrovia litoranea prossimo alla stazione di Cornigliano, la spiaggia fu munita, contro il nemico erompente, di una scogliera artificiale.

La spiaggia di Chiavari, dopo aver progredito rapidamente fino a tempi non lontani, è ora in via di regresso con pregiudizio non lieve dell'abitato. Nel 1886, le mareggiate atterravano parte dell'ospizio di Santa Maria e danneggiarono gravemente l'edifizio del gazometro e la proprietà Rivarola. Nel 1862, l'ing. Passaglia determinò la posizione di alcuni punti della spiaggia, coordinandoli all'asse della

linea ferroviaria litorale allora progettata [1]. Da queste misure e da altre, rilevate nel 1870 e nel 1884, risultò che a tutto il 1884 il battente del mare si era spostato verso settentrione di m. 51, 15 nel primo punto, di m. 56, 25 nel secondo, di m. 59, 20 nel terzo, di m. 56, 12 nel quarto e di m. 49, 12 nell'ultimo. Da altri rilievi egli verificava il ritirarsi della spiaggia, ma in proporzioni minori, anche verso l'Entella, mentre concludeva che fosse stazionaria se non in aumento, di fronte a Lavagna, fino a Cavi [2].

In complesso, tra la foce dell'Entella e l'imboccatura orientale della galleria delle Grazie, si sarebbe verificata una erosione media di m. 51, 37 in 13 anni per una estensione di 2 chilometri. Perciò, se si tien conto dei materiali solidi recati dalle acque dell'Entella, 400 000 m. cubi all'anno, si giunge alla conclusione che il mare asporta annualmente almeno m. cubi 500 000 di materia, i quali, secondo ogni verosimiglianza, sono trascinati per opera del moto ondoso verso il capo di Portofino.

Ma è proprio dovuto esclusivamente alla erosione l'avanzamento del mare?

Dopo le considerazioni esposte in altro capitolo, credo sia lecito dubitarne.

Senza intavolar una discussione che sarebbe qui inopportuna, dirò che dal complesso delle osservazioni eseguite nel nostro territorio, argomento che subì nei tempi preistorici ingenti oscillazioni, prima in un senso poi nell'altro, e che più tardi, nell'era volgare, gli effetti di tali fenomeni fu-

---

[1] Egli misurò cinque ordinate, cioè: una di fronte alla casa Sanguineti, una a destra del ponte della Carne, un'altra a m. 2, 15 ad E. della casa della Sanità ora demolita, la quarta tangente al lato O. della casa Coppola, ora Ghigliotti, e la quinta tangente al lato orientale dello stabilimento Solari.

[2] L'*Estuario dell' Entella*. La Liguria Orientale, anno 1890, n. 2 Chiavari.

rono complicati da un innalzamento del livello marino, il quale agevolò e forse agevola ancora il progresso della erosione. Questa, che per un certo tratto di tempo, nei secoli scorsi, parve superata dalla intensità dell' interrimento, variabile per cause assai complesse secondo i tempi e secondo i luoghi, sembra aver da pochi anni ripigliato il sopravvento.

Erosione estramarina.

L'erosione si manifestò in passato con molta energia nel nostro territorio, lasciando a testimone dell' opera sua antiche formazioni profondamente abrase, permodochè è arduo compito il rintracciare l'ordine originario degli strati e la disposizione primitiva delle pieghe.

Riserbandomi di segnalare più innanzi, in modo particolareggiato, le tracce di questo fenomeno, che risalgono ai tempi più remoti, dirò fin d'ora come sieno dovute alla erosione quasi tutte le nostre vallate, le quali, per la massima parte, sono più antiche del pliocene, ma solo posteriormente raggiunsero le condizioni attuali.

Esempio istruttivo di erosione quaternaria si ha nel Finalese, laddove i torrentelli Aquila e Porra scavarono nella formazione miocenica a strati orizzontali gole profonde che ricordano in minime proporzioni i celebrati *cañons* del Colorado.

È da ricordarsi, per lo stesso titolo, la valle incassata tra pareti a picco, incisa nel conglomerato miocenico dal torrente Vobia, tributario della Scrivia.

I nostri corsi d'acqua, che scorrono in generale su letti impermeabili, hanno anche perciò portata assai variabile, la qual condizione concorre ad accrescere la loro potenza meccanica. Fanno eccezione alla regola, per l' ultimo tratto del loro corso, perchè attraversano in questo tratto terreni permeabili, il Varo, la Roia e la Nervia, i quali, almeno parzialmente, si comportano con maggiore regolarità.

L'efficacia dei nostri torrenti montani, come stromenti di erosione e di trasporto, si palesa chiaramente nei burroni e nelle gole praticati dalle loro acque attraverso le rocce più tenaci e nei massi, talora assai voluminosi, travolti dalle piene. In ordine alla erosione odierna, è da osservarsi presso il ponte di Conscienti, a valle dei forti di Zuccarello, il canale stretto e profondo, a guisa di spaccatura, in cui si trova confinato il letto minore della Neva, canale praticato dalle acque entro un calcare assai compatto. Rispetto al trasporto dei massi, citerò come degni di nota, quantunque brevi e poveri d'acque, la Cerusa, il Leiro e il Varenna.

Testimonio bizzarro di ingente erosione è il così detto *Fungo di Piana*, masso rotondeggiante di scisto cristallino, il quale riposa sopra un esile pilastro di conglomerato (tavola VII) dell'altezza di 4 a 5 metri, in riva della Bormida, presso la parrocchia di Piana Crixia. Forse, per la maggior resistenza del suo cemento, in confronto a quello della massa rocciosa di cui faceva parte, forse per altre cause ignote, esso pilastro fu rispettato dall'azione distruttiva del torrente.

Presso il sentiero che mette da Voltaggio alle cascine Cravara, s'incontrano i ruderi di un piccolo lembo di conglomerato profondamente eroso, tra i quali si distingue un pinacolo di roccia, fatto a foggia di colonna, cui per, l'aspetto fantastico e per le rupi scoscese ond'è circondato, si diede il nome di *Pulpito del Diavolo*.

Per addurre anche un esempio di erosione operata irregolarmente dagli agenti esterni entro una roccia relativamente compatta, citerò quello di un affioramento di calcare dolomitico fissile (riferibile al sistema triassico), situato sul rio dei Frassi presso Voltaggio, il quale è irto di piccole piramidi, isolate in virtù del fenomeno di cui tengo discorso, e stranamente inciso e sbocconcellato.

Fra gli effetti minori dell'erosione, meritano di essere pur menzionate le *Caldaie dei giganti* di cui si trovano esempi notevoli nel letto di alcuni torrenti. Le più perfette che io abbia osservate nel nostro territorio son quelle scaglionate

nel letto del torrente Lemme, alle falde del Monte Lagoscuro, presso Voltaggio. Sono cinque o sei [1] conche emisferiche o quasi, di diametro variabile, scavate nelle testate di assise verticali di calcescisto cristallino assai duro e tenace. Entro le cavità si vedono ancora i ciottoli che, agitati dal moto vorticoso delle acque, logorarono la roccia in modo così regolare.

Altre più piccole furono osservate in riva della Stura affluente dell'Orba, dal sig. G. B. Dellepiane, il quale me ne procurò cortesemente immagini fotografiche (da lui eseguite), corredate di succinta descrizione, che riassumo qui appresso.

Fra queste, un piccolo gruppo di tre si trova presso il punto in cui il torrente è attraversato dal sentiero che mette dalle cascine Amborgnè alle cascine Seugi. La maggiore ha forma di tazza svasata superiormente e misura m. 0, 25 di diametro ed altrettanto di profondità; un altra, situata nella corrente stessa della Stura, è più angusta e più profonda; la terza non ha che 7 centimetri di diametro.

Un secondo gruppo di due caldaie è situato alla confluenza della Stura con un piccolo rivo, sulla riva destra, presso la estremità del così detto Lago dell'Arolla. Si tratta propriamente di due cavità fatte ad orciolo, del diametro di circa m. 0. 35 alla bocca, le quali, per l'allargamento che subiscono alla parte mediana, vengono a contatto, cioè si trovano fra loro in comunicazione; la inferiore è profonda m. 0, 80, l'altra è piena di sabbia fino a 40 centimetri dall'apertura.

Non mancano simili cavità, generate invece dal moto ondoso del mare; ma sono assai rare e meno regolari. Una di queste si può vedere, un po' al di sopra delle basse acque,

---

[1] Quattro di esse possono dirsi veramente tipiche per la loro regolarità.

sul ripiano roccioso che costituisce il suolo della Grotta di Bergeggi.

Frane.

Alla erosione e alla ablazione sono connesse in generale le frane, non rare nel nostro territorio. Lungo i torrenti e i rivi, esse dipendono, il più delle volte, da che le assise che servono di base alle formazioni sono facilmente ammollite o stemperate dalle acque e alle soprastanti vien così a mancar l'appoggio, per cui, sollecitate dalla gravità, precipitano o scivolano in lembi più o meno estesi.

Ove il suolo è riferibile al sistema eocenico, il fenomeno si produce in molti casi pel rapido disfacimento degli scisti argillosi e marnosi giacenti al di sotto di potenti stratificazioni di arenarie e calcari assai più resistenti. Presso Torriglia, al Rio delle Caselle (Monte Creto) e in altri punti si tratta non propriamente di scisti, ma di argille scagliose simili a quelle dell'Emilia.

Lo sfacelo delle rocce argillose, le quali ricettano d'ordinario pirite (o marcassita) assai divisa, è preparato dalla conversione di questo minerale in solfato di ferro idrato (melanteria).

Ove si danno affioramenti di rocce ofiolitiche, come nelle valli dello Sturla, del Petronia, del Gromolo, della Trebbia, dell'Aveto, il fenomeno è favorito dalla fissilità della serpentina e della diabase, per la quale assumono comunemente condizione frammentaria e dalla circostanza che tali rocce, relativamente pesanti, riposano spesso sopra argille o scisti molli. Anche in seno alla serpentina la pirite e la marcassita sono incentivo di disgregamento, tanto più che l'alterazione loro procede a spese di uno degli elementi essenziali della roccia, con produzione di solfato di magnesio idrato (epsomite): così al Monte Ramazzo.

Gli scoscendimenti per scorrimento sono agevolati, nelle formazioni ofiolitiche, dalle losime steatitose, intercalate al

contatto delle serpentine colle diabasi e le eufotidi, losime che si comportano quasi come lubrificanti.

Si osserva un esempio di antica frana di questo tipo nel territorio di Santo Stefano d'Aveto, ove, secondo la testimonianza dell'ing. Mazzuoli, si trova, sopra un vasto tratto, un letto di detriti argillosi che acclude gran numero di massi di diabase. Questi materiali precipitarono dalle alture del Misurasca, le quali sono costituite per la massima parte di potenti banchi diabasici giacenti sopra scisti argillosi.

Il territorio in mezzo al quale si trova il capoluogo del comune di Rovegno, sulla riva destra della Trebbia, è pur coperto da una antica frana, in cui si comprendono molti massi di rocce ofiolitiche, in parte disseminati entro un letto di argilla. Alcuni di questi massi sono ricchi di minerali ramiferi e per molti anni furono sfruttati dai coltivatori della miniera di Monte Linainolo. In seno all'argilla che avvolge i massi si produssero per concentrazione arnioni di piromaca. Anche qui la sovrapposizione di rocce serpentinose, assai resistenti, a scisti argillosi e calcescisti molli, o facilmente alterabili per opera degli agenti esterni, fu causa prima del fenomeno.

In riva al mare, i fenomeni di cui mi occupo in queste pagine si verificano di preferenza lungo le ripe elevate e sono provocati dalla azione meccanica delle onde, la quale, esercitandosi nella zona prossima al livello marino, scalza esse ripe, alla base, e determina la caduta dei lembi rimasti superiormente privi di sostegno [1]. A siffatto tipo di frane sono da ascriversi quelle che si producono da quando a quando fra Moneglia e Deiva e alle Cinque Terre, nella Riviera di Levante.

[1] Invece di frane, si hanno talvolta scorrimenti lenti, se, come avviene tra Voltri e Arenzano, gli strati sono pendenti, con risentita inclinazione verso il mare.

Si osserva nel primo tratto, a levante del villaggio di Lemeglio, un'antica lavina estesa per quasi mezzo chilometro; a breve distanza, verso levante, si incontrano i detriti di altro scoscendimento, verificatosi nel 1885, sopra circa 200 m. di larghezza, recando gravi guasti alla galleria del Rospo ed interruzione della linea ferroviaria. Era certo preferibile per questa linea un tracciato meno prossimo al battente del mare, col quale si sarebbero risparmiate dispendiose e frequenti riparazioni.

S' intende di leggeri, come, in tutti i casi, le pioggie prolungate, accrescendo la copia delle vene acquee e delle infiltrazioni sotterranee, che concorrono a stemperare e ad ammollire le rocce, alla base del terreno franoso, impregnando quelle che giacciono alla parte superiore, ed aumentandone perciò il peso, od anche esercitando azione lubrificante sui piani di scorrimento, possono adempiere ad un ufficio importante.

Merita di essere menzionata, tra le frane segnalate lungo il litorale ligustico, quella avvenuta nella notte 26 dicembre 1853 nel seno di Guvan (territorio di Corniglia). Distaccatasi una larga falda di terreno dal monte che ivi costituisce la ripa, in pochi istanti precipitò in mare travolgendo edifizi e vigneti. Passati alcuni giorni, a breve distanza dal cumulo di detriti così formato, emergeva dal mare un tratto di fondo di circa 30 metri di lunghezza (tale era pure presso a poco la larghezza della lavina), coperto di alghe ed animali marini; esempio istruttivo di sollevamento locale dovuto alla pressione esercitata dalle macerie sopra un deposito molle.

II.

GEOLOGIA ARCHITETTONICA E CRONOLOGICA

DISTRIBUZIONE TOPOGRAFICA DELLE FORMAZIONI

Le più antiche formazioni che figurano nel sistema orografico dominante in Liguria appartengono indubbiamente alla serie precarbonifera, e, secondo ogni probabilità, alla così detta zona delle pietre verdi (laurenziano ed huroniano di alcuni autori) ed appariscono fra le valli superiori della Tinea e della Stura di Demonte, nei gruppi montuosi che hanno per punti culminanti il Mercantour, il Clapier, il Matto ecc., estendendosi verso levante, fino a breve distanza dalla Roia e, verso mezzogiorno, fino al crinale.

Queste formazioni sono principalmente rappresentate da rocce cristalline gneissiformi e graniti, riferibili all'orizzonte inferiore, che suol denominarsi dello gneiss centrale. A nord e nord-ovest, fra la Stura e il Po, il medesimo nucleo di formazioni antiche offre invece i termini superiori della serie, che sono scisti cristallini e rocce ofiolitiche, poco o punto distinte da quelle che vedremo comprese nei gruppi meno antichi. Verso levante, la zona cristallina si estende lungo

una linea che passa per Saluzzo, Verzuolo, Caraglio, Vignolo, oltre la quale rimane coperta dalle alluvioni quaternarie.

Siffatto nucleo di rocce gneissiche e scistose è tutto circondato di formazioni paleozoiche e secondarie, le quali, da una parte, si protendono, mercè una lunga propaggine, fino al Golfo di Genova, fra Albissola e Albenga, mentre, dall'altra scendono al mare lungo il litorale situato a ponente di Ventimiglia, occupando gran parte del Nizzardo e protraendosi per esteso tratto anche in Provenza.

La porzione più antica della prima zona, la quale si manifesta in piccoli lembi, tutti situati lungo il versante settentrionale delle Alpi Liguri, è costituita di assise carbonifere che offrono, alla base, scisti grafitici con banchi di antracite e rocce clastiche e, superiormente, calcari marmorei bianchi e bigi, quasi destituiti di magnesia.

Dalle valle della Roia fino a quella del Centa, domina, nella regione marittima, la formazione eocenica superiore, rappresentata da calcari e macigni, in gran parte incorniciata da una striscia nummulitica (eocene medio).

A ponente, il nummulitico giace quà sulla creta superiore, là, direttamente, sopra assise triassiche; a settentrione, riposa quasi sempre in concordanza sulla creta o pure sul giura; a levante, esso si appoggia (sulle rive del Neva può vedersi questa sovrapposizione) sugli scisti e calcari del trias, i quali costituiscono, lungo la Riviera di Ponente, una zona estesa fino ai pressi di Bergeggi e si protendono nell' interno fino al di là del crinale.

Presso Bergeggi, è manifesta la sovrapposizione delle assise triassiche alle permiane, le quali, con quarziti, scisti cristallini e gneiss, si prolungano fino al Sansobbia.

Lungo il fianco settentrionale del Monte Alto e del Settepani, ove l' erosione mise allo scoperto alcune piccole plaghe carbonifere, formate da arenarie, conglomerati, scisti grafitici e calcari ceroidi, è ben visibile la inferiorità di tali rocce, in specie del calcare, rispetto alla serie permiana.

A levante del Sansobbia e fino al Chiaravagna, compa-

risce il gruppo di Voltri, vale a dire una formazione serpentinosa antica, con svariate rocce verdi, frammezzate di scisti cristallini e quarziti, la cui posizione stratigrafica non è ancora bene accertata, potendo considerarsi, secondo alcuni, come la continuazione della zona delle pietre verdi, tanto sviluppata fra le Alpi, e, secondo altri, come un termine del permiano superiore o del trias inferiore. Il gruppo di Voltri offre assise generalmente prossime alla verticale, che in alcuni punti ricoprono (non è manifesto se ciò sia per rovesciamento) lo gneiss permiano e altrove, invece, sono sottoposte a questo. Ad ogni modo, esso serve di base in piccoli tratti a pochi lembi di calcare dolomitico triassico.

Verso settentrione, il complesso scistoso-ofiolitico rimane occultato dal gran manto miocenico del Monferrato e delle Langhe: mentre a levante, lungo la riva destra della Chiaravagna, esso soggiace ad altri lembi di calcare e quarziti del trias e, oltre il detto corso d'acqua, è coperto da una zona ofiolitica eocenica, riconosciuta fra Borzoli e Voltaggio.

Oltre a questa zona, si mostra prevalente, anzi quasi esclusivo, l'eocene superiore rappresentato dai soli calcari, associati a scisti ed arenarie fin presso il meridiano di Sestri Levante. Ivi si presenta una nuova formazione ofiolitica terziaria, assai più estesa della precedente, con buon numero di affioramenti diretti da S.O. a N.E.

Le stratificazioni che intercludono le serpentine lungo la via del Bracco, come lungo quella di Varese, sono raddrizzate od anche rovesciate, per cui la serie risulta in alcuni tratti invertita. Di più, per effetto di una piega profondamente abrasa, la serie stessa apparisce duplicata.

Sulle formazioni fin qui enumerate si adagiano depositi posteriori, quali recenti o quaternari, quali pliocenici o miocenici. I primi, cioè i recenti o quaternari, occupano il fondo delle valli principali e costituiscono piccole pianure alle foci dei corsi d'acqua e in certi tratti di litorale; i pliocenici assumono grande sviluppo nella parte inferiore delle maggiori

valli (specialmente in quelle della Roia, della Nervia e del Centa) e costituiscono lungo la Riviera di Ponente, fino a Genova, come un cordone litorale interrotto da numerose lacune.

In gran parte del Finalese la formazione triassica è coperta, con manifesta discordanza, da un calcare arenaceo o grossolano marino (la pietra di Finale), riferibile al miocene medio. Isole di conglomerati e di mollasse miocenici inferiori (con alternanza di strati marini e d'acqua dolce) si incontrano fra Varazze ed Albissola, a Cadibona, a Santa Giustina, a Sassello, nelle Langhe, nel Monferrato, a Voltaggio, al Monte Maggio, al Promontorio di Portofino ecc. Sopra questi depositi giacciono, lungo il versante settentrionale dell'Appennino, altre formazioni di età posteriore. Lungo la valle della Scrivia, la serie, illustrata da Mayer Eymar, compresa fra l'eocene superiore e il pliocene, può dirsi completa e tipica, tanto in ordine alle rocce quanto rispetto ai fossili.

I conglomerati e le mollasse sono quasi sempre discordanti colle assise sottostanti, anche quando queste appartengono all'ocene superiore.

Procedendo ancora verso levante, lungo la costa, si calcano sempre terreni terziari inferiori, per lo più rappresentati dal macigno e qualche volta dal galestro o da altri scisti argillosi, fino alle falde del Monte Biassa. Qui incomincia quella istruttiva serie di terreni per la quale il Golfo della Spezia è celebrato fra i geologi.

Il promontorio che forma il lato occidentale del Golfo presenta, quando l'osservatore passi da ponente a levante, una angusta striscia di scisti galestrini, diaspri e alberese riferita al cretaceo, poi un'altra striscia un po' maggiore di scisti varicolori e calcari giuraliassici; a questa succede una larga zona di calcari retici, che costituiscono pure le isole Palmaria, Tino e Tinetto. Finalmente, oltre la detta formazione, si incontrano lembi di calcare cavernoso triassici.

Le zone summentovate si estendono in linea retta da

N.O. a S.E., per lungo tratto. È notevole il fatto che, in virtù di un gran rovesciamento, le assise non sono sovrapposte, presso il litorale, secondo l'ordine cronologico, ma in modo inverso. Il retico riposa, infatti, sul giuraliassico e questo sul cretaceo, il quale giace a sua volta sul terreno eocenico.

Dopo il detto calcare cavernoso, il macigno e gli scisti dell'eocene riprendono il loro dominio fino alla valle della Magra; tranne in qualche piccolo tratto nel fondo del golfo, ove sono coperti da alluvioni recenti e quaternarie, e lungo il promontorio orientale del golfo stesso, ove si danno piccoli lembi di calcare cavernoso e di anagenite (che costituiscono come una zona litorale interrotta), una piccola striscia giuraliassica e cretacea, una potente massa infraliassica che forma il capo Corvo, poi di nuovo un'altra zona di calcari cavernosi e anageniti che si appoggia sopra assise di psammite, scisti cristallini, marmi ecc., ritenuta paleozoica dagli uni e triassica dagli altri.

Nella bassa valle della Magra, aperta entro formazioni prevalentemente eoceniche, si osserva lungo la riva sinistra una serie di rilievi miocenici superiori e pliocenici; al di là regna ancora per lungo tratto il sistema eocenico.

Carta geologica della Liguria [1]

Ho creduto utile che la mia opera, fosse corredata dalla carta geologica compilata per l'editore Donath dal prof. Squinabol e da me (carta pubblicata nell'aprile del 1891), quantunque comprenda un territorio assai più esteso di quello

---

[1] I cenni esposti in questo paragrafo sono desunti o testualmente trascritti dalle *Note esplicative della carta geologica della Liguria e territori confinanti* pubblicate da Squinabol e da me negli « Atti della Società Ligustica di Scienze naturali e geografiche (vol. II, n.° 1. Genova, 1891) ».

qui contemplato. Essa carta è costituita di due fogli rettangolari, che misurano m. 1,02 di lunghezza e 0,34 di larghezza, i cui lati maggiori sono paralleli alla direzione dominante della costa, in tal guisa, che, opportunamente collocati con sovrapposizione dell'angolo orientale dell'uno sull'angolo occidentale dell'altro, come è accennato nello schizzo stampato sulla copertina, si conseguono i giusti rapporti di posizione dei territori rappresentati [1].

Mentre questa carta comprende il tratto di litorale che intercede fra Cannes, a ponente, e Livorno, a levante, verso l'interno, si estende ad una zona distante dal mare più di 80 chilometri. Essa abbraccia pertanto la provincia di Genova (esclusa l'isola di Capraja), tutta intera quella di Porto Maurizio, parte delle provincie di Cuneo, Alessandria, Pavia, Piacenza, Parma, Massa, Lucca, Pisa, Livorno e Firenze, nonchè, oltre il confine franco-italiano, buon tratto dei dipartimenti delle Alpi Marittime e del Varo.

Per quanto ha tratto alla distribuzione delle investigazioni geologiche, come pure per certi criteri geografici, il campo contemplato può essere diviso in tre parti: 1.º *l'occidentale*, fra il meridiano di Ventimiglia e il margine sinistro della carta; 2.º *il medio*, fra il detto meridiano e quello che passa per Monterosso, presso il fianco del promontorio occidentale del Golfo della Spezia; 3.º *l'orientale*, fra il meridiano di Monterosso e il confine della carta verso il lato destro.

Parecchi geologi limitarono le loro indagini ad una sola delle tre regioni, e tennero poco conto degli studi compiuti nei paesi limitrofi; perciò, in un lavoro complessivo, come

---

(1) I nomi delle città e dei villaggi, essendo in ciascun foglio disposti parallelamente alle linee che corrispondono ai gradi di latitudine, sarà facile ottenere il collocamento migliore, ponendo i fogli stessi in modo che queste scritture risultino orizzontali.

quello da noi assunto, il coordinamento delle osservazioni fatte con criteri ed intenti disparati, presentava gravi difficoltà.

I colori e segni convenzionali, in numero di 32, da noi adottati per fornire le indicazioni opportune, furono applicati alla *Carta topografica della Liguria e provincie limitrofe (le due Riviere fra Nizza e Livorno)* eseguita in Lipsia, nel 1879, per conto dello stesso editore Donath, colla scorta dei più sicuri documenti. La scala è di 1 : 200,000. Allo scopo di rendere più chiare le indicazioni geologiche, abbiamo creduto bene eliminare i tratteggi che vi rappresentano le montagne e i colori con cui si distinguono le acque del mare, le città e i villaggi.

Rispetto al significato delle espressioni adoperate nella spiegazione dei colori e segni convenzionali, avvertirò che per recente (N.° 1) intendiamo alluvioni e spiagge emerse odierne, per glaciale (N.° 2) le morene, per postpliocenico (N.° 3) i depositi d'acqua dolce e marini posteriori al pliocene e contenenti fossili di specie estinte; per pliocene superiore (N.° 4) il complesso dei piani che furono designati coi nomi di villafranchiano, fossaniano ed astiano, mentre il pliocene inferiore (N.° 5) si riduce al solo piacentino degli autori [1]. Il miocene superiore (N.° 6) della carta abbraccia il messiniano e il tortoniano; il miocene medio (N.° 7) comprende l'elveziano e il langhiano e il miocene inferiore (N.° 8) il solo bormidiano; l'eocene superiore (N.° 9), mal definito ancora, corrisponde presso a poco alla parte superiore del parigino (liguriano), mentre la parte più antica del parigino e il suessoniano, ove esiste, costituiscono il nostro eocene

[1] L'associazione del così detto piano villafranchiano al pliocene superiore non è fondata su considerazioni d'ordine stratigrafico e paleontologico ma dipende da che, in alcuni dei rilievi adoperati per la compilazione della nostra carta, i depositi del villafranchiano non sono distinti da quelli del pliocene schietto.

inferiore (N.° 10). Il cretaceo superiore (N.° 11) è il complesso dei piani daniano, senoniano, turoniano e cenomaniano, e si associano invece sotto il nome di infracretaceo (N.° 12) albiano, aptiano e neocomiano; il giurassico superiore (N.° 13) riunisce in se titonico, coralliano, oxfordiano e bathoniano; il giuraliassico (N.° 14) è il complesso del bajociano e dei vari piani liassici; infraliassico o retico (N.° 15) ha per noi il significato abituale. Trias superiore e medio (N.° 16) equivalgono a keuperiano e franconiano, essendo trias inferiore (N.° 17) sinonimo di vosgiano; al permico (N.° 19) ascriviamo le assise scistose e gneissiche, generalmente sottoposte alle quarziti e anageniti triassiche; il carbonifero (N.° 20), non sempre distinto dal sistema successivo nel nostro territorio, offre solo in esso i piani meno antichi. Il gruppo arcaico è rappresentato, nella carta, dalle tinte e dai segni che portano le indicazioni di scisti cristallini e gneiss antichi (N.° 21) e di graniti (*G*).

In ordine alle rocce indubbiamente eruttive, quelle designate nella scala cromatica colla lettera *A* (trachite augitica e micacea di Montecatini o montecatinite) appartengono al pliocene, quelle distinte colle lettera *B* (andesite, conglomerato e breccia andesitica) sono verosimilmente eoceniche superiori o mioceniche inferiori.

Col titolo di serpentine eoceniche (*C*), s' intendono, oltre alla serpentina eocenica propriamente detta, la lehrzolite, l' oficalce e le brecce ofiolitiche, da cui la prima suol essere accompagnata; colla espressione di anfimorfiche (*D*), si allude a quel complesso di eufotide (gabbro dei tedeschi), di diabase, di gabbro rosso (diabase alterata) che si trova quasi sempre associato alla serpentina terziaria. Rocce serpentinose antiche (*E*) sono per noi: serpentina, lehrzolite, eufotide diorite, anfibolite, rocce di età non ancora bene accertata (sicuramente anteriori al franconiano), forse arcaiche. I porfidi (*F*) sono propri al permico superiore.

In ordine al campo della nostra carta, considerato nel suo complesso, poco ci siamo giovati degli antichi rilievi di Lo-

renzo Pareto (1) e Angelo Sismonda (2) e di quello novissimo di F. Noe (3). In principal modo, abbiamo fatto uso della carta geologica delle Riviere Liguri e delle Alpi Marittime alla scala di 1: 200 000 pubblicata dai signori Mazzuoli e Zaccagna in collaborazione con uno di noi, per conto della sezione Ligure del Club Alpino Italiano (4). Per la parte che figura al di qua del confine franco-italiano, ad onta della scala assai piccola, ci ha servito la carta d'Italia pubblicata nel 1889 dal R. Comitato Geologico d'Italia (5) e pel territorio francese la recentissima della Francia, alla scala di 1: 500 000, di Carez e Vasseur (6); nè abbiamo trascurato di consultare altre reputate mappe generali (7).

In ordine ai particolari, ci siamo assai giovati: 1.° dei rilievi geologici di Potier e Jacquot (8) alla scala di 1: 80 000, pubblicati dal Ministero dei Lavori pubblici in Francia, nei fogli intitolati: *Antibes*, *Saorge* e *Pont-Saint-Louis*; 2.° della carta del Nizzardo di Caméré (9); 3.° di quelle dei dintorni della

---

(1) *Carta geologica della Liguria marittima*. Genova, 1846.

(2) *Carta geologica della Savoia, del Piemonte e della Liguria*. Torino, 1853. — *Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria*. Torino, 1862.

(3) *Geologische Uebersichtskarte der Alpen, auf Grund von V. v. Haardt's topographischer Uebersichtskarte entworfen*, 1: 1 000 000. Wien. 1890.

(4) Genova, Frat. Armanino, 1877.

(5) È una nuova edizione assai migliorata, di quella comparsa nel 1881, in occasione del congresso internazionale geologico di Bologna.

(6) *Carte géologique de la France*, feuille XII, S. E.

(7) *Carte géologique de la France au millionième executée en utilisant les documents publiés par le service de la carte géologique détaillée de la France etc.*

Zaccagna D. e Mattirolo E. *Carta geologica delle Alpi Occidentali* (scala 1: 1 000 000). Roma, 1887.

(8) *Carte géologique de la France au 80 milliéme.*

(9) *Carte géologique des environs de Nice*. Bull. de la Société Géol. de France, 3.e série, tome V. pl. XV.

Spezia e di Livorno del Capellini ([1]) e della provincia di Pisa di Paolo Savi ([2]). Subordinatamente, abbiamo fatto uso dei rilievi speciali delle Alpi Apuane e dei Monti Pisani di C. De Stefani ([3]) e, per la regione situata a settentrione dell' Apennino, della carta geologica inedita della « Liguria centrale » di C. Mayer Eymar ([4]), nota per esser comparsa in parecchie pubbliche mostre e per le descrizioni che ne furono date dallo stesso autore, di alcuni fogli compresi nella serie di carte (a grande scala) dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria pubblicata dal Sacco ([5]), delle carte annesse alla illustrazione geologica della provincia di Pavia ([6]) e alla memoria sulla formazione serpentinosa dell' Apennino pavese ([7]) del Taramelli. Ci siamo avvantaggiati ancora di una carta geologica della provincia di Piacenza (alla scala di 1:80 000), inedita, che abbiamo avuto sotto gli occhi per cortesia dell' autore, sig. Giovanni Toldo; della mappa a grande scala (1:10 000) parimenti inedita, in cui sono esposti i rilievi della formazione ofiolitica eseguiti nella Riviera di

---

([1]) *Carta geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore.* Bologna, 1863. — Seconda ediz., rivista ecc. Roma, 1881 — *Carta geologica dei monti di Livorno, di Castellina Marittima e di una parte del Volterrano,* 1861.

([2]) *Carta geologica dei Monti Pisani* (scala di 1:80 000). 1858. — *Abbozzo della carta geologica della provincia Pisana, per servire di corredo alla statistica della provincia stessa.* Pisa, 1863.

([3]) *Carta geologica della regione centrale delle Alpi Apuane* (scala di 1:24 000). Firenze 1889. — *Carta geologica del terreno lignitifero di Garfagnana.* Firenze senza data (post. alla precedente).

([4]) *Carta geologica della Liguria centrale* (scala di 1: 50 000).

([5]) *I terreni terziari del Piemonte e della Liguria settentrionale.* Torino, 1886-1889.

([6]) *Descrizione geologica della Provincia di Pavia,* nell' opera intitol.: *Notizie intorno alle condizioni economiche e civili della Provincia di Pavia.* Milano, Civelli. 1884.

([7]) Memorie della R. Accademia dei Lincei, serie 3.ª, vol. II. Roma. 1887.

Levante dall' ing. Mazzuoli e da A. Issel; della cartina dei pressi di Vence del sig. E. Blanc e di alcune altre citate in nota [1].

Quantunque la nostra carta sia stata licenziata alle stampe quale compilazione, non abbiamo omesso, di sottoporre a diligente verifica sul terreno alcune determinazioni controverse o dubbie e di rettificare, anche in ordine al rilievo, quanto di meno esatto o di incompleto ci venne fatto di osservare in taluni dei lavori precedenti; non manca perciò nell' opera nostra qualche parte propriamente nuova. Così, a cagion d' esempio, fu disegnata nei pressi di Triora, in seguito al rilievo di noi (Squinabol) una propaggine delle formazioni secondarie della Val di Roia, propaggine appena abbozzata nella carta di Pareto. Si aggiunsero alcuni piccoli lembi di pliocene alla serie dei terreni che figurano nella bassa valle di Magra (Issel). Per cura di entrambi, si indicarono alcuni affioramenti cretacei, non ancora segnalati da altri, nel Genovesato, e si rese più esatta la linea di separazione tra la formazione permica e le serpentine antiche e scisti concomitanti del Savonese. Di più, nella gran plaga ofiolitica antica, che si estende lungo il mare, fra Sestri Ponente e Varazze, plaga da noi attribuita al gruppo di Voltri, furono distinte varie zone scistose, destituite o quasi di serpentina propriamente detta. Finalmente, la delimitazione delle masse ofiolitiche, nummulitiche e cretacee della provincia di Pia-

---

[1] Blanc E., *Carte géologique des environs de Vence*. Bulletin de la Soc. géol. de France, 2.e série, tome V. Paris, 1887.

Mazzuoli L., *Carta del terreno carbonifero della Liguria occidentale*. Boll. del R. Comit. geol., 1887, n. 1 e 2.

Mazzuoli L. e Issel A., *Carta della zona di coincidenza delle formazioni eocenica e triassica della Liguria occidentale*. Bollettino del R. Comit. geol., 1884, n. 1 e 2.

Issel A., *Schizzo geologico del Finalese*. Boll. del R. Comit. geologico, 1885, n. 11 e 12.

cenza è frutto, come si è detto, di nuovi rilievi del signor Toldo.

Con tutto ciò non ci dissimuliamo le lacune e le imperfezioni del nostro lavoro, specialmente per quanto concerne l'interpretazione del posto che spetta nella scala cronologica al gruppo di Voltri, nell'accertamento dei vari piani giuraliassici e cretacei, nella distinzione tra l'eocene inferiore e il cretaceo, come pure tra il pliocene superiore e il postpliocene.

Corrugamento e Denudazione.

Se consideriamo i terreni della Liguria da un punto di vista generale, ci si palesa a tutta prima che i monti di questa regione sono il risultato di parecchi corrugamenti successivi, assai risentiti e complicati, con alternanza di profonda erosione. Tali corrugamenti diedero luogo alla formazione di numerose pieghe che costituiscono o meglio costituirono originariamente altrettanti rilievi allungati, quali paralleli fra loro, quali divergenti od anche rispettivamente intersecantisi.

Le direzioni dominanti di queste pieghe (direzioni normali alle pressioni) sono, nella valle superiore della Roia, da N.O a S.E., all'estremità occidentale della Liguria Marittima, da E. a O., nel Savonese da N. E. a S. O., nel Genovesato, da N. a S., presso la Spezia, da N. O. a S. E.

A misura che si accusavano le pieghe, che si sollevavano le volte loro, si accresceva l'attività degli agenti distruttivi sui rilievi più prominenti: da ciò una erosione sempre più energica, la quale logorava le vette e i fianchi dei monti, mozzava a poco per volta gli anticlinali e denudava gran parte della regione. A questa furono tolti lembi estesi di formazioni terziarie. In alcuni tratti erano asportate eziandio le assise cretacee, le giuraliassiche e le triassiche, restando allo scoperto il permiano e il carbonifero. Verso l'O. e il N.O., si scoprirono perfino le serpentine

e gli scisti della così detta zona delle pietre verdi e la massa cristallina sottoposta del gneiss centrale.

Le assise paleozoiche, venute alla luce, occupano la parte interna degli anticlinali mozzati e sporgono sotto le stratificazioni meno antiche. Quanto al gruppo di Voltri, apparisce nei territori più profondamente denudati e costituisce come grandi nuclei, talvolta a stratificazione oscura e confusa od anche destituiti di stratificazione.

Nel Savonese, si manifesta continuità fra il sistema carbonifero e il permico.

Nel Genovesato, la formazione triassica media e inferiore (calcari dolomitici, scisti cristallini e quarziti) si posa immediatamente sulla serpentina antica o sulle rocce concomitanti, che sembrano aver sofferto denudazione prima del deposito delle assise soprastanti, denudazione accusata da superficie irregolare, anfrattuosa (in francese si direbbe *ravinée*).

Da canto suo, la serie triassica fu indubbiamente spogliata dei sedimenti posteriori prima di accogliere, lungo le valli del Chiaravagna e del Lemmo, i calcari e gli scisti dell'eocene superiore. Verosimilmente, furono asportati depositi retici, giuraliassici e cretacei.

Fra i monti dei dintorni della Spezia, che presentano una scala cronologica ben più completa, si palesano con certezza nel gruppo mesozoico due interruzioni: l'una fra il cretaceo superiore e l'inferiore, l'altra fra il titonico e il lias superiore; il che accenna a due fasi continentali, l'una cretacea, l'altra giurassica, attraversate da quel territorio.

Indizio di erosione profonda posteriore al senoniano, si ha nelle brecce eoceniche d'Alassio, le quali contengono frammenti di calcare con selce.

La denudazione acquistò intensità straordinaria durante il periodo bormidiano, massime nei primi tempi e ne risultarono estesi e potenti letti di conglomerato. Il fenomeno si ripetè poi in proporzioni più modeste nelle due successive fasi continentali, cioè durante il messiniano e il postpliocene.

A queste è dovuta precipuamente l'odierna configurazione del paese.

Fra Ospedaletti e Mondovì, si osserva, secondo una istruttiva sezione condotta dall'ing. Zaccagna (1) che al N. del Tanaro vi sono nove pieghe, tra grandi e piccole, tutte coricate con immersione a mezzogiorno, mentre dal Tanaro al mare ve ne sono non più di cinque, egualmente coricate, immerse a settentrione.

Il numero delle pieghe, tra il Tanaro e Mondovì, dimostra che verso settentrione la pressione laterale fu molto più energica che a mezzogiorno. Nel primo tratto, l'erosione lasciò inoltre segni ben più profondi che nel secondo; infatti, vi si trovano allo scoperto, prescindendo da una formazione miocenica superficiale, nella valle dell'Ellero, assise prevalentemente triassiche e permiane.

La vetta del Mongioie, che si estolle a 2631 m., punto culminante di questa linea, corrisponde, tuttavolta, al mezzo di un sinclinale, e a Viozene, che giace al fondo di una depressione limitata dal Mongioie e dal Pian Cavallo, depressione nella quale vengono alla luce le testate di una potente formazione carbonifera, a Viozene, dicevo, passa precisamente la linea anticlinale di una delle pieghe più risentite, di una di quelle eziandio che furono più potentemente logorate.

Dal Tanaro a Ospedaletti, vengono a mancare superficialmente tutte le formazioni antiche. Non vi comparisce che l'eocene, rappresentato in modo quasi esclusivo dal liguriano, coi suoi calcari e scisti argillosi in alto, e i suoi macigni in basso; dico in modo quasi esclusivo, perchè, presso il crinale, si trova allo scoperto una zona nummulitica, la quale corrisponde probabilmente al bartoniano. Fra il Tanarello e Pian Cavallo, lungo l'accennata sezione, v'ha una modesta eminenza, la

---

(1) *Sulla geologia delle Alpi Occidentali.* Boll. del R. Comit. geol., 1887, n. 11 e 12.

quale si trova intermedia tra le pieghe coricate a N. e quelle coricate a S., ed offre perciò quella disposizione a ventaglio caratteristica del Monte Bianco e del Gottardo che diede luogo a sì diverse interpretazioni.

Il punto più elevato della sezione, il Mongioie, si mostra costituito di calcari del *Muschelkalk*. Se si supponessero adagiate sulla vetta le assise eoceniche di cui risulta il vicino Fronté, pur prescindendo dal giuraliassico e dal cretaceo che spesso mancano in quella regione, tra i sistemi triassico ed eocenico, la montagna ne risulterebbe accresciuta di tale altitudine da superare i 6000 metri. Nulla per verità si oppone all'ipotesi che, in tempi geologicamente non molto remoti, alla fine del miocene, una tale altitudine sia stata raggiunta dal Mongioie.

Riesce a tutta prima difficile lo spiegarsi come nel triangolo montuoso che ha per base il litorale tra Albenga e Ventimiglia e per vertice il Colle di Tenda sia rimasta quasi intatta la coperta eocenica, mentre nelle zone che limitano questo triangolo furono messe a nudo le rocce secondarie e paleozoiche; ciò tantopiù che le pieghe situate a mezzogiorno dello spartiacque non sono meno risentite di quelle situate a nord e originariamente dovevano raggiungere presso a poco la medesima altezza.

Siffatta disparità ripete la sua causa, secondo il mio parere, da che nell'accennato triangolo montuoso, furono sottratte per lungo tempo alla erosione, e forse durante la fase in cui fu più attiva, i sedimenti eocenici; e ciò avvenne verosimilmente perchè, durante la serie dei tempi miocenici, questa plaga subì avvallamenti che non si produssero nelle altre parti della Liguria occidentale e delle Alpi liguri, o si fecero colà sentire in minor grado.

Importa notare, frattanto, che i conglomerati e le mollasse che compariscono a Portofino, Celle, Varazze, Santa Giustina, Sassello, Cadibona, ed assumono tanto sviluppo nella valle della Bormida di Spigno e in quella del Tanaro (conglomerati e mollasse che accennano ad alternanze di emer-

sione e di immersione) non solo mancano assolutamente sui monti e nelle valli situati alle spalle di Albenga, Alassio, Porto Maurizio, Taggia, San Remo, Bordighera, ma nemmeno vi lasciarono traccie della loro esistenza, come le lasciarono in vari punti del Genovesato [1], nei quali già furono ed ora più non si trovano.

A rendere plausibile la mia ipotesi, giova richiamare l'attenzione del lettore sullo sprofondamento di ben 1450 m., verificatosi recentemente lungo la stessa Riviera occidentale, e che è accertato dal fatto di valli sommerse in continuazione delle valli odierne.

Presso l'estremo confine della Liguria orientale, due promontori diretti da N.O. a S.E. costituiscono il Golfo della Spezia, celebrato per le sue bellezze naturali. Questi due promontori che offrono una delle serie stratigrafiche più complete e più ricche di fossili di cui si abbia esempio in Italia offrono un problema difficile da risolvere, circa la loro tectonica. Mi pare che la disposizione dei loro affioramenti, sommariamente descritta alla pag. 124 e rappresentata in parecchie sezioni e carte geologiche, si possa interpretare, ammettendo che le stratificazioni dei due promontori costituiscano i resti di un anticlinale coricato ad O. (quindi a termini invertiti nel ramo occidentale), il quale negli ultimi tempi dell'era terziaria avrebbe perduto la volta e sarebbe stato lungo il suo asse profondamente incavato dalla erosione, generandosi così la valle sottomarina di cui risulta il golfo.

Dal complesso di osservazioni tectoniche sulla Liguria, e specialmente sui contrafforti alpini che confinano con essa, si può argomentare che il nostro territorio subì un solle-

---

[1] Per esempio a San Martino d'Albaro, ove il conglomerato è ridotto a pochi massi isolati, e tra i monti Dente e Reisa, ove trovansi ad oltre 900 m. d'altitudine ciottoli isolati, residui di un antico deposito miocenico.

vamento prima del carbonifero superiore, permodochè i massicci cristallini furono erosi e denudati prima di accogliere i depositi del periodo di cui si tratta. Esso ebbe luogo probabilmente al principio dei tempi carboniferi. Un secondo sollevamento, indicato dalla generale discordanza che si osserva ad un estremo e all'altro della Liguria, fra il titonico e il lias, avvenne probabilmente alla fine del periodo giurassico. A questo si deve verosimilmente la emersione dei rilievi secondarî della Liguria e del Piemonte e il primo abbozzo della catena alpina: le pieghe cui diede luogo sono tutte ribaltate verso il piano ed appariscono tanto più strette quanto più si allontanano dallo spartiacque. Un terzo importante sollevamento si produsse dopo il periodo eocenico, al principio dell'età bormidiana, ed ebbe per effetto di sollevare a grande altezza gli Apennini liguri, determinando la formazione di pieghe, le quali, a differenza di quelle che si osservano lungo il versante settentrionale delle Alpi Marittime, sono immerse generalmente verso settentrione.

Sistema postpliocenico.

Considerazioni generali.

Credo legittimo di stabilire il piano di divisione tra il postpliocene o quaternario e il pliocene al di sotto delle assise equivalenti a quelle di Vallebiaia nel Pisano [1] e di Monte Mario presso Roma. Per verità, non si conosce una fauna

---

[1] Nella carta geologica che accompagna questo libro, non di proposito deliberato, ma per mancanza di rilievi particolareggiati, i lembi riferibili a quest'orizzonte, nel territorio di Pisa, furono confusi in una sola tinta coi pliocenici superiori.

terrestre fossile in tali depositi: ma da quanto si sa di altri lembi somiglianti del Livornese, si può argomentare che in una fauna siffatta figurerebbe l' *Elephas antiquus* e forse anche l' *E. meridionalis*, colle specie che sogliono accompagnare questi proboscidiani e non il *Mastodon Arvernensis* e il *Rhinoceros Etruscus*, schiettamente ed esclusivamente pliocenici.

Secondo il mio modo di vedere, il deposito di Olivola in Val di Magra si riferisce al pliocene superiore, mentre al postpliocene appartengono quelli di Leffe e di Pianico in Lombardia, di Fossano e di Villafranca in Piemonte. La denominazione di villafranchiano, proposta da Pareto per questi ultimi, non può essere adottata in un ordinamento corretto, perchè applicata a terreni e a fossili di età diversa, cioè gli uni propriamente pliocenici e gli altri quaternari.

Fra l' astiano (pliocene superiore) e l' areneano (quaternario ad *Elephas primigenius*) di Pareto, non manca tuttavolta il posto per un piano intermedio che io denomino, con altri geologi, preglaciale, perchè sempre anteriore alle più antiche morene. Questo piano corrisponde presso a poco al villafranchiano di Sacco e all' arnusiano di Mayer-Eymar. Vi si riferiscono, come depositi fossiliferi tipici, quelli di Cromer in Inghilterra e di Leffe in Italia.

Nella regione Ligure, appartengono al piano preglaciale certe alluvioni antiche destituite di fossili o con scarse conchiglie terrestri, il travertino di Colle Dulcedo ed alcuni piccoli lembi di breccia ossifera, segnalati a Santa Teresa presso la Spezia e nella caverna di Grimaldi (Ventimiglia).

Il piano successivo, nella serie ascendente, è il glaciale o areneano, il quale si manifesta con *facies* svariate, secondochè è rappresentato da morene, alluvioni, formazioni brecciose e di grotta, travertini o dune.

Tutti i depositi marini, d' acqua dolce od eolici che ricettano fossili di specie esclusivamente viventi nel paese o in territori non molto lontani, e che reputo perciò posteriori a quelli precedentemente mentovati, sono da me ascritti al

piano recente, il quale, come si vedrà nel secondo volume del mio libro, può essere suddiviso in parecchi orizzonti con criteri desunti dalla paletnologia.

Premesse queste nozioni generali, mi farò a descrivere succintamente le formazioni ligustiche, riferibili ai singoli piani, senza attenermi all'ordine cronologico, il quale, per gli stretti rapporti d'origine che collega fra loro alcune di tali formazioni e per l'incertezza che regna circa il posto che compete ad altre, non potrebbe esser seguito con vantaggio.

Formazioni principali.

Spiagge emerse. — Alla estremità meridionale della penisola di Sant'Ospizio, presso Nizza, si trova un deposito marino, conchiglifero, sollevato ad una ventina di metri sul livello marino, che è conosciuto da lungo tempo per le descrizioni datene da Risso e poi da Lamarmora. Si tratta di un calcare concrezionato, che potrebbe dirsi una panchina, il quale passa superiormente ad una sabbia e riposa sopra un calcare cretaceo. Risso enumera un centinaio di fossili in questa formazione e, a quanto si può argomentare dal suo catalogo, la cui nomenclatura è scorretta e ormai antiquata, le specie son tutte o quasi tutte viventi nel vicino mare. In alcuni punti, alla base della penisola, il giacimento consiste solo in un sabbione senza fossili, a strati immersi verso est.
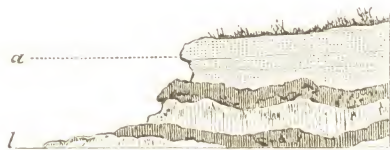
Fig. 3.

Deposito quaternario della penisola di Sant'Ospizio (Lamarmora)
a) arena conchiglifera — *b*) livello del mare.

Colla scorta di indicazioni somministrategli da Spada Lavini, Lamarmora rinvenne un secondo lembo di questa for-

mazione all'ovest del piccolo istmo che unisce al continente il promontorio sul quale è collocata la città di Monaco. La roccia è qui una specie d'arenaria abbastanza resistente da servire di pietra da costruzione. Il R. Museo Geologico di Genova possiede vari fossili di questo deposito, fra i quali le specie: *Cerithium vulgatum*, Brug.; *Turbo rugosus*, Lin.; *Lima squamosa*, Lam.; *Spondylus gaederopus*, Lin.; *Arca barbata*, Lin.; *Venus verrucosa*, Lin.; *Cardium edule*, Lin., tutte viventi. Niepce cita la *Caryophyllia cespitosa* dello stesso giacimento.

A ponente delle caverne dei Balzi Rossi, che somministrarono così copiosi materiali per lo studio dell'uomo della età litica, lungo il sentiero che conduce a Mentone, si trova una formazione arenacea, oscuramente stratificata, ricca di conchiglie terrestri, la quale ebbe origine (almeno parzialmente), se non sono in errore, sotto il livello del mare: questa offre, alla parte superiore, frammenti angolosi di roccia e passa insensibilmente alla breccia ossifera (ora in gran parte asportata) che si estendeva all'innanzi delle caverne e ne occupava il fondo, breccia formatasi sopra il livello marino col concorso delle acque di dilavamento. Il sig. Nevill fece conoscere varie forme nuove di questa provenienza fra le quali una *Testacella*, una *Vitrina*, una *Daudebardia*, e parecchie *Helix*, *Pupa*, *Clausilia* ecc. È pure da notarsi il nuovo genere *Renea*.

Un piccolo residuo della formazione litorale, che doveva occupare altra volta una estensione ben maggiore, si trova alla punta della Mortola, nelle anfrattuosità del calcare nummulitico.

Altri depositi, probabilmente contemporanei a quelli testè ricordati, sono le assise di ciottoli e di ghiaie giacenti lungo i litorali di Varazze, Cogoleto, Arenzano e Voltri, di cui ho già trattato a lungo a pag. 83, nel capitolo intorno alla dinamica interna.

Dune antiche e recenti. — Fra i giacimenti quaternari eolici della Liguria marittima, merita special menzione, pel

suo sviluppo in superficie, e soprattutto per la sua origine, quello che occupa gran parte del litorale compreso fra Andora e Alassio. Esso si presenta in piccoli lembi nel suolo stesso di questa città e lungo le colline che s' innalzano alle sue spalle; ricomparisce poi sul versante nord-est del Capo delle Mele e ivi raggiunge le proporzioni maggiori, risalendo a circa 150 metri d'altitudine. Finalmente, si presenta ancora sul fianco opposto del promontorio che costituisce il detto capo, un po' a mezzogiorno del faro.

Il giacimento di cui si tratta consiste in sabbia calcare grigia o bruna, più o meno aggregata da un cemento bene spesso rubiginoso, sabbia contenente frammenti di calcare angolosi, tanto abbondanti, in certi tratti, da convertire il deposito in una breccia, e, altrove, ciottoli poco numerosi.

Laddove la sabbia non è commista a frammenti di roccia, si mostra ricca di fossili che sono conchiglie terrestri, bene spesso in buono stato di conservazione, e testacei marini, ridotti per lo più a tritume. Le une e gli altri spettano a specie per la massima parte viventi. Osservai fossili marini fino a 95 metri d' altitudine e conchiglie terrestri anche ad un livello superiore [1].

Procedendo da Laigueglia verso Pigna d'Andora, per la via maestra, si osserva da principio una estesa spiaggia di arena calcarea, assai fina, spiaggia la quale, poco a poco, si fa più angusta, finchè, passato il camposanto del paese, è ridotta a strettissima striscia; ivi, essa non è più sabbiosa, ma coperta di ciottoli. Ove comincia la salita del Capo delle Mele, manca affatto la spiaggia e si osservano al battente del mare le testate di assise marnoso-calcaree, eoceniche, inclinate a monte di circa 10°. Su queste assise, a poco più di un

---

[1] Le conchiglie terrestri sono principalmente: *Helix nemoralis*, *H. cespitum*, *Cyclostoma elegans*, ecc.: fra i fossili marini, si trovano frammenti di *Cerithium*, di *Cardium*, di *Venus*, foraminifere, ecc.

metro e mezzo sopra il livello medio del mare, si trova adagiato un conglomerato a cemento arenaceo, poco resistente e a stratificazione oscura, il quale raggiunge la spessezza di due o tre metri, secondo i punti. I suoi cogoli sono quasi tutti calcari e in gran parte forati dai litofagi; i più grossi raggiungono la lunghezza di mezzo metro nell'asse maggiore e si trovano alla base della formazione; in alto, sono generalmente assai più piccoli.

Alla parte superiore dell'assisa ciottolosa, questa passa al deposito arenaceo di cui ho descritte le condizioni generali, senza che apparisca una separazione ben netta fra il primo e il secondo. Infatti, il cemento del conglomerato ha, come ho detto, la costituzione arenacea del deposito stesso, il quale, inoltre, contiene piccoli ciottoli sparsi, sempre più radi quanto più s'innalza sul mare. L'altitudine massima alla quale giungono tali ciottoli equivale presso a poco a 15 m. Il ciottolo che osservai nel punto più elevato è grosso come il pugno, formato di calcare compatto, e non forato dai litofagi. Mi è nato il sospetto che questo ciottolo ed altri, rinvenuti ad altitudine poco minore sul livello marino, potessero provenire da qualche giacimento più antico del quaternario, ma non avendo trovato sul Capo delle Mele e sui monti soprastanti alcuna traccia di formazione pliocenica o miocenica, nè tampoco elementi di conglomerati, ho dovuto inferirne che esso ciottolo e l'arena in cui era contenuto, fossero colà depositati dal mare.

Il deposito, essendo di sua natura poco resistente e trovandosi sopra pendii generalmente ripidissimi, ha subito una ingente degradazione per effetto degli agenti esterni. Alla base, è battuto in breccia dalle onde marine, le quali vanno necessariamente logorando le assise inferiori della formazione, facendo quindi strapiombare quelle che sono immediatamente sovrapposte; in alto, è profondamente inciso e dilavato dalle acque superficiali, talchè, ad ogni pioggia, gran copia dei suoi detriti vien trascinata al mare. Laddove è potente e meglio conservato, si presenta in strati più o meno distinti,

i quali sembrano secondare, fino ad un certo segno, l'andamento delle assise di calcare eocenico sottoposte.

Da principio, io supponevo che questo giacimento non fosse che una spiaggia sollevata ad altitudine straordinaria, respingendo l'ipotesi che la sabbia con testacei marini del Capo delle Mele fosse trasportata dai venti, ciò per le osservazioni qui appresso enumerate:

1. Manca d'innanzi al Capo delle Mele la spiaggia dalla quale il vento avrebbe potuto trarre la sabbia; ivi, infatti, la costa è a picco.

2. Le due spiaggie più vicine, cioè quelle di Laigueglia, a levante, e di Andora, a ponente, sono formate di arena bianca e non rubiginosa come l'arena del Capo delle Mele.

3. Mentre un lembo di detta formazione è esposto a S. O., l'altro è rivolto invece a N. E.; è difficile spiegare, perciò, come la supposta duna abbia potuto rivestire due fianchi opposti dello stesso promontorio, mentre altrove, in condizioni analoghe, rimane coperto di sabbia solo quel lato dello sprone che è esposto alla traversia dominante.

4. La formazione è distintamente stratificata, almeno nei quaranta o cinquanta metri inferiori, ed acclude in questa parte ciottoli e ghiaie e, superiormente, in alcuni punti, frammenti di roccia angolosi.

5. La sabbia non è sciolta come quella delle Arene Candide, ma concreta: in alcuni punti costituisce una arenaria salda.

Dopo indagini più accurate, ho dovuto persuadermi che malgrado le obbiezioni surriferite, i caratteri più spiccati del deposito, per quanto ha tratto alla sua parte superiore, sono propriamente inconciliabili colla interpretazione già da me prima d'ora accettata e non si possono spiegare in modo soddisfacente se non invocando un trasporto per opera dei venti (1). Infatti, esso risulta di elementi sempre sotti-

(1) Taramelli e Clerici giunsero prima di me a questa conclusione.

lissimi, se si prescinda da detriti caduti evidentemente dall'alto, e contiene in prevalenza le conchiglie terrestri che vivono sulle arene, con pochi fossili marini, i quali, perchè tutti minutissimi e leggeri, possono essere stati trasportati dal vento. La forma stessa del deposito, modellato sulle anfrattuosità delle rupi, che esso ricopre a guisa di mantello, non va d'accordo con quella che si verifica nei casi consueti di sedimenti quaternari marini.

Quanto alla obbiezione, desunta dal fatto che il deposito è talvolta nettamente e regolarmente stratificato, vale per la porzione inferiore di esso, ma non per la superiore, nella quale ho verificato che gli strati appariscono solo per piccoli tratti e che sono in gran parte trasgressivi o discordanti come quelli delle dune.

Ad interpretare condizioni così strane ed abberranti e ad attutire le difficoltà che opposi da principio a questo modo di vedere, mi pare che sarebbe inadeguata da sola l'ipotesi d'una formazione aerea pura e semplice. Si potrebbe invece ricorrere alla successione di fenomeni qui appresso enumerati, tra i quali avrebbe avuto precipua parte l'adunarsi della rena sollevata dal vento:

1. Si solleva il litorale del Capo delle Mele ed emerge un deposito ciottoloso ed arenaceo di più diecine di metri di altitudine, insieme ad una estesa spiaggia coperta di arene minute e rugginose (preglaciale).

2. Da questa spiaggia, venti gagliardissimi, turbinosi, asportano rena conchiglifera e la depositano a N.E. e a S.O. del capo fino a più di 160 metri d'altitudine (preglaciale).

3. Sotto l'azione delle acque piovane e di dilavamento, la rena essendo calcare e rubiginosa, si cementa. I materiali ferruginosi che concorrono ad operare la cementazione sono pur somministrati, probabilmente, dai calcari marnosi di cui è costituita la vetta del promontorio (glaciale).

4. Un avvallamento posteriore sommerge la spiaggia (dalla quale furono sottratte le arene) e parte del deposito ciottoloso superiore alla spiaggia. Il residuo è battuto in

breccia dalle onde marine che tendono a distruggerlo. Frattanto, la duna ha cessato di accrescersi ed anzi, per opera dell' erosione, va rapidamente scemando. Si sottraggono ad una rapida distruzione le parti di essa più saldamente cementate e quelle coperte di materiali detritici caduti dall'alto (recente).

Sono inclinato ad attribuire l' origine stessa delle sabbie superiori del Capo delle Mele a certi piccoli lembi arenacei e rubiginosi, senza fossili, che osservai presso Ospedaletti e lungo la strada maestra fra questa città e San Remo, fino ad una cinquantina di metri d' altitudine.

Appena oltrepassato lo sprone del Monte Caprazoppa, che è attraversato, per mezzo di una piccola galleria, dalla via nazionale, procedendo da Finalmarina verso ponente, si osserva che la spiaggia è alquanto estesa e sabbiosa e il fianco del monte scosceso che limita il litorale è coperto alla base di un manto ondulato di sabbia silicea, simile a quella della spiaggia vicina. Questa sabbia, limitata al fianco sud-ovest del capo, sciolltissima, bianca, si innalza fino ad un centinaio di metri e si estende in lunghezza per circa quattrocento metri [1]. Si tratta di una duna che potrebbe propriamente qualificarsi *duna d' ostacolo*.

Supponevo altra volta che le Arene Candide e le altre accumulazioni di sabbie silicee che s' incontrano a ponente di questa, verso Borgio, e, a levante, tra Finalpia e Varigotti, avessero avuto origine a spese di un' antica spiaggia quaternaria in condizioni analoghe alle sopradescritte. Mi sono persuaso, di poi, che la formazione della duna è un fenomeno recente e non ha connessione col sollevamento quaternario del litorale. Infatti, nella caverna di Galusso, presso la sta-

---

[1] La sabbia, estratta in gran copia da alcuni anni per servire ad usi edilizi ed industriali, occupa ora una estensione assai minore di prima.

zione di Borgio-Verezzi, il suolo dello speco è formato dalla medesima sabbia e contiene avanzi di remoti tempi storici ed anche verosimilmente neolitici; ma questa sabbia viene a mancare del tutto nello strato più profondo della grotta, rappresentato da piccoli lembi di una breccia ossifera, quaternaria, con *Sus*, *Lycorus nemesianus*, *Cervus* ecc.

Trovandomi sul lido delle Arene Candide, mentre spiravano venti temporaleschi di sud e sud-ovest, ho avuto agio di assicurarmi che, senza punto ricorrere alla ipotesi di una spiaggia emersa, si spiega facilmente come le correnti atmosferiche, assumendo, per le condizioni speciali del luogo, un moto vorticoso, abbiano il potere di sollevare l'arena e di adunarla sul fianco della montagna.

Alluvioni antiche e recenti. — Se ci facciamo a considerare le formazioni quaternarie estramarine, dobbiamo, innanzi tutto, portare la nostra attenzione sulle grandi alluvioni più o meno antiche, situate presso la foce dei fiumi e torrenti, avvertendo tuttavolta che in alcuni territori, come alle foci del Varo, del Centa e del Segno, si confondono facilmente coi conglomerati del pliocene superiore e, altrove, come nelle valli della Bormida e del Tanaro, è facile scambiarle con quelli del miocene inferiore. Siffatte alluvioni risultano, in generale, di ciottoli tanto più voluminosi quanto più profondi, ciottoli che risultano di rocce in posto sulle alture più prossime, tranne il caso, frequentissimo, in cui sono elementi di conglomerati più antichi rimaneggiati.

Ai due lati della Nervia, si danno alluvioni più o meno elevate sul letto del torrente, alluvioni ora ghiaiose e ciottolose, ora terrose (contenenti in questo caso frammenti di calcare), le quali, di preferenza, risalgono ai piani inferiore e medio del quaternario. In un lembo di questa alluvione, che ora difficilmente può osservarsi, perchè coperto da colture, si rinvennero, anni sono, presso la cappella di S. Andrea, sulla riva sinistra della Nervia, due bei molari di piccolo *Elephas primigenius*, ora conservati presso il Museo Civico di

Storia naturale di Genova [1]. Mi riserbo di descrivere questi fossili più innanzi.

Gran parte del piano d'Albenga e delle colline che fanno seguito a questo piano sono costituite di alluvioni quaternarie, più o meno antiche, le quali giacciono quasi sempre sul pliocene. Lungo il Rio Torsero, ad una certa distanza dal mare, può vedersi una sezione delle due formazioni. Questa presenta dal basso all'alto: 1°, marna con fossili del pliocene inferiore (spessore ignoto); 2°, sabbia del pliocene inferiore ricca di fossili (m. 7); 3°, letto di detriti con frammenti angolosi o appena un po' arrotondati di calcare, riferibile al preglaciale inferiore o medio (m. 3): 4°, ciottoli e ghiaie del preglaciale superiore e del glaciale (m. 5); 5°, alluvione recente e terra vegetale (pochi centimetri). I ciottoli che costituiscono la parte preponderante del deposito quaternario sono forniti in massima parte dalle rocce quarzose del trias inferiore e spesso si presentano collegati insieme da un cemento terroso di color rossiccio. È sempre assai netto il piano di separazione fra la sabbia pliocenica e i sedimenti soprastanti.

Le alluvioni quaternarie e recenti occupano, salvo lievi interruzioni, tutto il triangolo che ha per base il litorale fra Ceriale ed Albenga e per vertice un punto prossimo a Salea, triangolo nel cui lato settentrionale penetrano tuttavolta i colli pliocenici di Campochiesa. Oltre a ciò, queste alluvioni, limitate a nord da ingente formazione pliocenica e, a mezzogiorno, da monti costituiti di assise liguriane fino a circa due chilometri sopra Ortovero sull'Arroscia, presentano una propaggine che si addentra a monte di Villanova sul Lerrone. Presso la riva del mare e lungo le due rive del Centa e dei suoi grandi affluenti Neva ed Arroscia, per notevole esten-

---

[1] Un molare della medesima specie, estratto da uno scavo presso Villafranca (Nizzardo), può vedersi nel Museo di Storia naturale di Nizza.

sione, il quaternario rimane coperto da alluvioni recenti ed anche moderne che sono prevalentemente sabbiose e terrose.

Durante il pliocene medio, il territorio d'Albenga costituiva un golfo profondo, che s'insinuava di 13 a 14 chilometri nella odierna valle dell'Arroscia e un po' meno in quella del Neva, golfo il quale fu colmato dai depositi dei due fiumi, allora indipendenti.

Il giacimento quaternario di Loano, meno ampio di quello d'Albenga, si estende, lungo il litorale, da Pietra Ligure a Borghetto Santo Spirito, si protrae entro terra fino ai Meceti e, un poco più innanzi, fino al molino Durante, verso nord-ovest; si insinua pure, per un certo tratto, lungo la riva sinistra del torrente di Toirano o Varatiglia, appiè del Monte Castellaro.

La formazione è qui essenzialmente ciottolosa, ma comprende anche massi arrotondati del diametro di un metro e più; i materiali che la costituiscono sono, al solito, rocce del trias, cioè quarziti e calcari dolomitici, cui si uniscono pure gneiss scisti e talcosi. A differenza del piano d'Albenga, quello di Loano offre, quasi dovunque, allo scoperto il deposito quaternario, mentre l'alluvione non si mostra che sopra piccolissimi tratti lungo i rivi e torrenti. La zona litorale del territorio di cui tengo discorso, zona nella quale è collocata la città di Loano, è una spiaggia sabbiosa che sembra recentemente formata per opera dei torrenti che vi mettono foce.

Merita appena di essere ricordata la piccola plaga alluviale di Pietra Ligure e Borgio, attraversata dai torrenti Maremola e Botassano. Un poco più estesa è quella che risale lungo il Quiliano fino quasi a Valleggia e si prolunga a mezzogiorno fino all'abitato di Vado: nell'una e nell'altra il deposito ciottoloso quaternario è in gran parte ricoperto da sedimenti posteriori. Noto, infine, i piccoli depositi recenti, litorali di Finalmarina, Varigotti, Spotorno, Zinola, Fornaci, Savona, Albissola, Varazze, Voltri, Pegli, Sestri Ponente e le alluvioni argillose o limacciose e i letti di ciottoli che si trovano nelle valli principali dei territori di Savona, di Varazze,

di Sassello, nelle Langhe, ecc. Degni di nota, fra tali depositi, quelli che costituiscono i piani di Carcare, di Cairo Montenotte e di Rocchetta Cairo, lungo la Bormida di Spigno. I due primi risultano quasi esclusivamente di ciottoli provenienti dal conglomerato miocenico e perciò possono facilmente confondersi collo stesso, quando sia disaggregato o sciolto.

Nella Riviera orientale, sono da menzionarsi un potente deposito ciottoloso preglaciale, profondamente inciso dall' Entella, a Carasco, e varii lembi alluviali recenti, situati nei pressi di Chiavari, di Lavagna e di Riva, nonchè il piano alluviale che occupa il fondo del Golfo della Spezia, piano di cui mi sono occupato in altro capitolo.

I piccoli piani che si trovano alla foce dei principali corsi d' acqua e i litorali dovuti all' interrimento determinato dai medesimi son tutti formati, adunque, di alluvioni antiche e recenti. Orbene, tali piani e litorali, son pur quelli in cui si danno le migliori condizioni, riguardo alle colture, perchè offrono terreni sciolti e facili ad irrigarsi, ed anche in ordine alle comunicazioni, che risultano relativamente facili colle valli che si aprono a tergo e colla zona costiera. Perciò, ivi dovevano sorgere e sorsero in fatti i principali centri di popolazione.

Al disopra della spiaggia emersa fra Arenzano e Cogoleto, si osserva una formazione oscuramente stratificata, di notevole potenza (raggiunge perfino una diecina di metri di spessezza), quantunque poco estesa, che a prima giunta è alquanto difficile a definire. È costituita di frammenti e scheggie angolosi, cementati da terra rubiginosa e non si può legittimamente inscrivere nè fra le alluvioni, nè, tanto meno, tra i depositi quaternari marini. Dal fatto che occupa la base di ripide montagne e dai suoi caratteri litologici, argomento che risulti dallo sfacelo delle rocce superficiali di quei monti, accumulato dalle acque di dilavamento, in un periodo (alla fine del quaternario), durante il quale esse erano assai più attive del presente. Laddove, per ragioni locali, queste acque

erano più regolari e copiose, il deposito si presenta oscuramente stratificato: altrove, ha piuttosto i caratteri di materiali franati.

Breccie ossifere. — La breccia ossifera del Monte Caprazoppa si trovava entro piccole soluzioni di continuità o fenditure del calcare triassico, a ponente di Finalmarina. Essa fu adoperata come materiale da costruzione ed è ora esaurita. Questa breccia, di cui si conservano nel museo geologico dell'università di Genova numerosi esemplari, presenta un cemento di calcare rubiginoso, saldissimo ed acclude ossa di mammiferi in cattivo stato di conservazione, che appartengono ai generi *Ursus*, *Bos*, *Cervus* ecc., nonchè testacei terrestri di specie estinte che sono: *Helix Paretiana*, *Helix Mentonensis*, *Glandina antiqua*. Dalle specie cui si riferiscono le conchiglie e dall'aspetto dei fossili in genere, argomento che la breccia risalga ai tempi più remoti del quaternario.

Ascrivo dubitativamente alla stessa età (preglaciale) la breccia ossifera di Santa Teresa, presso la Spezia, con avanzi di *Hippopotamus major*, di *Rhinoceros sp.*, di *Cervus*, di *Mustela* ecc., e quella della grotta di Grimaldi (comune di Ventimiglia) che conteneva: *Gulo spelaeus*, *Ursus spelaeus*, *Hippopotamus major*, *Rhinoceros sp.*, *Elephas meridionalis*. Quest'ultima specie sarebbe indizio di età più remota, cioè pliocenica; ma la circostanza che era associata al *Gulo spelaeus*, schiettamente quaternario, e ad una conchiglia terrestre, l'*Helix Niciensis*, di specie vivente, m'induce a registrarla come postpliocenica. [1]

Ad un orizzonte posteriore, ma pur quaternario, appartiene la breccia ossifera del Castello di Nizza, nella quale, fino dai tempi di Cuvier, furono rinvenuti avanzi umani, as-

---

[1] Non è escluso il dubbio che la breccia accolga resti di diversa data.

sociati a quelli di *Felis spelaea* ed *antiqua*, di cervo, d'antilope, di pecora, di cavallo, di un roditore e d'una testuggine prossima alla *Testudo radiata* d'Australia, insieme a conchiglie terrestri e marine [1]; non è certo che siffatta associazione non sia dovuta a rimaneggiamento.

Seguono, nell'ordine cronologico ascendente delle formazioni quaternarie della Liguria occidentale, la breccia ossifera di Verezzi, ricchissima di mammiferi, d'uccelli e di molluschi. Fra i primi, si comprendono i generi *Antilope*, *Arctomys*, *Hyaena*, *Putorius* e *Ursus*, determinati da G. Ramorino.

Altre brecce, che spettano al quaternario medio (glaciale) e di età posteriore, sono contenute in caverne ossifere. Merita particolare menzione, fra le altre, quella delle grotte dei Balzi Rossi, dalla quale Rivière ed altri esumarono, insieme a parecchi scheletri umani e a numerosissimi manufatti litici, una fauna ricchissima di vertebrati e di uccelli, in cui sono rappresentati da scarsi avanzi: *Ursus spelaeus*, *Felis antiqua*, *Felis spelaea*, *Rhinoceros sp.*, e da gran copia di ossami, mammiferi ed uccelli di specie tuttora viventi. È assai probabile che la breccia ossifera di cui si tratta abbia avuto origine durante una lunga serie di tempi e si riferisca a due età successive dell'era quaternaria.

La breccia a ciclostomi, riferibile all'età stessa di quella di Verezzi o di poco posteriore, si trova in riva del mare, a mezzo chilometro a levante di Spotorno, e costituisce alcuni massi assai voluminosi. Essa risulta essenzialmente di pietruzze, conchiglie, e filliti, cementate da una concrezione assai tenace, depositata da acque calcarifere [2]. Le conchiglie appartengono alle specie: *Cyclostoma elegans*, Drap., *Hyalina*

---

[1] Vi si raccolsero di poi anche resti di *Elephas*.

[2] Questa roccia assume, in alcuni punti, i caratteri di un vero travertino.

cellaria, Müll., var. *depressa* e *Helix (Gonostoma) obrolula*, Müll.

Travertini. — Il principale giacimento di travertino della Liguria si trova presso Pino, fra Varigotti e Finalmarina. La roccia, che è tuttora in via di formazione, occupa il fondo di un piccolo burrone in cui scorrono acque calcarifere. Dalle vicinanze della via nazionale, il travertino risale lungo il burrone fin quasi a mezza costa del monte. Esso è assai spugnoso e leggero; il suo colore è bruno. Secondo il consueto, vi si trovano impigliati residui vegetali e conchiglie che sembrano recentissimi. Ove l'ammasso raggiunge maggiore spessezza e sembra più resistente, se ne estraggono pietre da costruzione, ricercate per la loro leggerezza e per la buona presa che fanno col cemento; l'uso loro è però limitatissimo. Ebbi già occasione di ricordare i travertini recenti di Terzorio, di Voltaggio, delle fontane Landrigo e di Feglino, trattando delle acque minerali.

Si trova ancora un travertino assai tenace e ricco di filliti a Colle Dulcedo (regione Cuccarello) presso Porto Maurizio (ove mi fu indicato dal prof. Gentile), il quale è forse più antico di tutti gli altri sopra citati, perchè ricetta resti che sembrano riferibili al *Populus balsamoides*, specie estinta pliocenica.

Morene e tracce dell' azione glaciale. — In un solo punto del territorio di cui mi occupo in queste pagine ebbi a riconoscere una vera morena glaciale. Questa si trova a sinistra della via provinciale fra Garessio e Bagnasco, nei pressi di Piangranone. Si tratta di una collina dal profilo rettilineo, diretta obliquamente rispetto al Tanaro, residuo d'un ghiacciaio che scendeva dalla valle di questo fiume e s'incontrava con altri minori provenienti da valloni laterali. Essa collina, tutta formata di frammenti angolosi di roccia e di ciottoli, impigliati in una sorta di mota grigia, si estende a tramontana fino a Priola, ma assume colà caratteri meno spiccati.

Lungo la stessa valle, si incontrano altre accumulazioni

detritiche, dovute probabilmente ai ghiacciai; ma, o perchè sono conseguenza di fenomeni verificatisi in scala minima o perchè furono posteriormente rimaneggiate, la natura loro apparisce incerta.

Altre morene ben distinte furono segnalate dagli autori nell' alta valle della Vesubia, a Boréon (m. 1300 d' altitudine) e in quella della Tinea, a Saint Etienne (m. 1140 d'altitudine).

Le osservazioni qui appresso riferite accennano pure, se non sono in errore, ad un fase glaciale in Liguria.

Sulla riva sinistra del torrente Lemme, fra i ponti di San Filippo e di San Giorgio, un' alta rupe di roccia ofiolitica, probabilmente di eufotide alterata, presenta una superficie pianeggiante, presso a poco verticale, striata e solcata sopra un tratto di poco meno d' un metro di lunghezza. I solchi sono piuttosto profondi e disposti in parecchi gruppi paralleli.

Fra le cascine Acquafredda e Cravara, sulla pendice nord-est del Monte Tuggio (nelle carte, M. Tobbio), un' altra rupe, che mi sembra costituita di breccia serpentinosa offre solchi e scanalature rettilinei ed obliqui; qui però non è escluso il dubbio che un lembo di conglomerato, il quale si vede al contatto della rupe, scivolando su questa, abbia prodotto gli incavi.

D' altra parte, presso la cascina Acquafredda, tra numerosi ciottoli provenienti dallo sfacelo del conglomerato bormidiano che si vede in posto, a poca distanza, se ne trovano molti costituiti di roccie ofiolitiche dure e tenaci, lucenti per straordinaria levigatezza; alcuni di essi presentano superficie pianeggianti, sulle quali si possono scorgere, per mezzo della lente, sottili strie simili a quelle dei massi morenici.

Il modo di dispersione stessa dei cogoli del conglomerato miocenico, dispersione che non sembra dovuta all' azione delle acque, perchè in alcuni punti rimasero confusamente accumulati i più voluminosi e i più minuti, i più pesanti e i più leggeri, genera l' impressione che l' alta valle del Lemme sia stata originariamente occupata da un ghiacciaio. Questa im-

pressione è poi avvalorata dall'aspetto di enormi massi erratici di rocce serpentinose antiche (le quali si vedono in luogo sui Monti Tuggio, Leco, Fiaccone), distribuiti a varie altezze sulle due rive del torrente e specialmente sulla riva sinistra a valle del Ponte di San Giorgio.

Nella valle di Trebbia, sopra Rovegno, nel punto detto Piscieu, osservasi, in un campo erboso, una sporgenza di calcare siliceo, levigata e striata, con tutti i caratteri di una *roche moutonnée*.

Finalmente, la congerie di pezzi (si tratta principalmente di massi di brecce ofiolitiche, di ftanite, di calcare siliceo ecc.) che si vedono sul dosso dei poggi a valle di Rovegno sulla Trebbia e sopra Fontanigorda non si spiega se non col supposto di piccoli ghiacciai, i quali, scendendo dalle valli laterali, convogliavano ad una certa distanza i detriti caduti dalle vette.

Fossili e Minerali.

Ho già accennato per incidenza ad alcuni fossili raccolti nel deposito quaternario marino di Monaco, nella duna del Capo delle Mele e in alcune brecce ossifere. Di quelli, assai più copiosi, rinvenuti nelle caverne tratterò nel secondo volume. Qui recherò solo un cenno descrittivo dei due molari d'elefante già ricordati, rinvenuti a Camporosso e di certi alberi sepolti in terreni superficiali detritici della Liguria montana.

Molari di Mammut di Camporosso. — Questi furono scoperti dal sig. C. Maccario, maestro di scuola, nella vigna di sua proprietà (situata nella regione Sant'Andrea, in riva del torrente Nervia), mentre si praticava un fosso per piantar viti. Essi giacevano a 75 centimetri di profondità, insieme ad altri avanzi che andarono perduti.

Basta un solo colpo d'occhio per acquistar la certezza che i due denti di cui si tratta son molari di un grosso proboscidiano e non possono riferirsi che al genere elefante. Risultano, infatti, di lamine di avorio, strettamente stipate

l'una sull'altra, circondate da un sottile intonaco di smalto ed unite fra loro da cemento: la loro radice, assai poco sviluppata, non è divisa dalla corona mediante un colletto. Stimo superfluo l'esporre i caratteri pei quali i due molari si differenziano da quelli dei generi affini.

La forma dei nostri fossili è quella d'un romboide irregolare, oppure d'un prisma inclinato, a base trapezia, in cui l'altezza fosse un po' maggiore della larghezza e questa superasse d'un terzo lo spessore (fig. 1). Importa però avvertire che non sono completi, mancando entrambi d'un

Fig. 1.

Dente destro di *Mammut:* $^2/_3$ dalla grand. nat.

pezzo che comprende le ultime lamelle posteriori.

Paragonati ad una serie d'altri denti dello stesso genere, essi appariscono di piccole dimensioni e la parte della loro superficie superiore, erosa dalla mastificazione, si mostra comparativamente ristretta, comprendendo solo le testate di 5 lamine in uno e di 6 nell'altro. Da ciò si inferisce che sono incompletamente sviluppati ed appartennero ad un individuo non adulto.

La faccia masticatoria dei due molari è quasi perfetta-

mente piana; rimane quindi escluso che fossero confitti nel mascellare superiore, il quale porta denti a superficie triturante più o meno convessa. Siccome è noto che in simili denti la regione anteriore si logora prima della posteriore e la faccia laterale interna è sempre meno convessa della esterna o addirittura pianeggiante, si ha da ciò un criterio opportuno per conoscere la loro posizione originaria. Osservati con questo intendimento, ne ho concluso che uno spetta al lato destro e l'altro al sinistro. La loro somiglianza quasi perfetta, nella forma e nelle dimensioni, mi consiglia poi a considerarli come pertinenti ad uno stesso individuo.

Il molare destro risulta di dieci lamine strettamente unite, ma, come dissi, è incompleto per la mancanza delle più posteriori fra esse, in numero indeterminato. La sua superficie triturante è appianata, più larga all'innanzi che all'indietro, ed offre anteriormente un'area di erosione quasi piana, la quale comprende 5 colline o testate di lamina, vale a dire, la 2.ª, la 3.ª, la 4.ª, la 5.ª e la 6.ª (procedendo, si intende, dall'avanti all'indietro). La prima lamina, ridotta alla proporzione di una specie di tallone, non raggiunge la altezza delle altre e perciò non è logorata: le tre posteriori sono intatte, in conseguenza della posizione che il dente occupava nella mandibola. Le lamine presentano, lungo i due lati del dente e verso la base, strie irregolari, poco profonde e rade. Queste strie non sono visibili, naturalmente, che nei punti in cui manca il cemento. L'erosione dello smalto, appena iniziata, ebbe per effetto di troncare i tubercoli delle colline e si manifesta con figure irregolarmente elittiche e circolari, in numero di tre o quattro per ciascuna lamina. L'incisione che si vede qui appresso (fig. 5) mi dispensa dal descriverne minutamente l'aspetto.

La prima lamina non presenta che due figure d'erosione, essendo mancante la sua porzione più interna, non già per effetto della masticazione, ma perchè, se non sono in errore, si appoggiava sopra un altro dente più vecchio che la logorava e ne impediva lo sviluppo.

Quanto alla faccia inferiore o radicale, va restringendosi molto dall'indietro all'avanti, in guisa che assume forma trapezia. In essa vedonsi allo scoperto le estremità inferiori
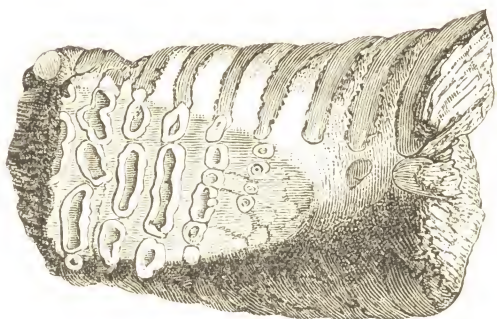
Fig. 5.

Dente destro di *Mammut:* $^2/_3$ della grand. nat.

delle lamine, spoglie di cemento, come una serie di creste decrescenti in larghezza e in altezza, parallele e bilobe (fig. 6).
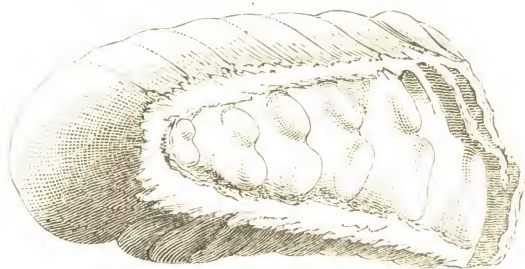
Fig. 6.

Dente destro di *Mammut:* $^2/_3$ della grand. nat.

Il dente sinistro corrisponde quasi perfettamente, per le forme e le dimensioni, al destro. Vi si contano 11 lamine e sembra che alcune delle posteriori sieno mancanti, ma non saprei precisarne il numero. La faccia superiore di questo

dente differisce un poco dalla omologa del suo compagno per l' estensione e la forma della superficie erosa, la quale è più piccola e comprende le colline 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 6.ª e 7.ª. Le due ultime son però appena intaccate, sicchè la dentina non vi è messa allo scoperto. Anche nelle prime colline, d' altronde, il logoramento è poco avanzato (fig. 7).

La prima lamina è anche qui angustissima e non giunge all' altezza del piano masticatorio; la seconda, strettamente congiunta alla terza, è in parte mancante verso il lato destro, il che attribuisco alla stessa ragione addotta per ispiegare l' imperfezione della omologa del lato destro.

La superficie radicale offre, nel molare sinistro, le particolarità già avvertite nel destro, senonchè, essendo spezzate le estremità delle creste, non può più riconoscersi la loro terminazione bipartita.

Fig. 7.

Dente sinistro di *Mammut*: $^{2}/_{3}$ della grand. nat.

Applicando alla determinazione dei fossili di Camporosso i criteri dedotti dalla dentizione dell' elefante indiano odierno, si acquista la convinzione che i due molari sono necessariamente quinti o sesti, perchè non hanno la radice scissa in più gruppi. La piccolezza relativa e specialmente i caratteri della loro faccia anteriore, che era in contatto con un altro

dente e porta tracce evidenti di questo contatto, son tali da far escludere l'ipotesi che fossero sesti od ultimi molari. Perciò, i fossili di cui si tratta sono verosimilmente due quinti molari inferiori, l'uno di destra, l'altro di sinistra, mancanti di circa una terza parte delle lamine rispettive. Risulta pure dalle osservazioni fatte che, la terza dentizione essendo appena cominciata, l'individuo dovesse da poco aver passati i 9 anni.

Per giungere alla cognizione della specie cui spettano i fossili, li confrontai coi molari elefantini conservati in varie collezioni paleontologiche italiane e consultai quante descrizioni e figure di simili oggetti mi venne fatto di rintracciare. I dati raccolti mi sembrano sufficienti per inferirne, se non con certezza assoluta, almeno con gran probabilità, che i denti di Camporosso appartengono all' *Elephas primigenius*, comune nell' Europa e nell' Asia settentrionale, ma piuttosto raro in Italia.

Alberi sepolti. — In molti punti della Liguria montana si trovano, entro una marna azzurrognola e grigia, assai tenace, fusti di piante arboree, ben conservati, appartenenti a specie della flora odierna. In tali fusti è diverso lo stato del legno secondo la qualità delle piante e secondo gli esemplari. Il prof. Chiappori segnalò resti di nocciolo carbonizzati, fusti di faggio scomposti o vicini a scomporsi, tranne in alcuni tratti nodosi in cui, in virtù di una sorta di pseudomorfosi, avevano acquistato durezza lapidea, e conifere (abeti) poco alterate, il cui legno si fece solo più duro e più scuro di colore di quel che non fosse, per cui potè essere adibito a lavori di costruzione [1]. Oltre alle piante già ricordate, altre, conservate nelle medesime condizioni, spettano al *Taxus baccata*, ai generi *Quercus*, *Crataegus*, *Fraxinus*,

[1] Si accerta che di tal legname sia stata fatta la travatura della chiesa di San Colombano, in Bobbio.

Ostria ecc. Bene spesso, insieme a tronchi, s' incontrano i residui delle radici, delle foglie e dei frutti ([1]).

A Torriglia, in un prato che trovasi lungo la via nazionale, di contro alla caserma dei carabinieri, il deposito fossilifero, della potenza di poco più di un metro, giaceva sopra una congerie di massi e ciottoli legati da argilla ocracea e sottostava ad uno strato da 2 a 4 metri di potenza, formato di massi e frammenti angolosi di calcare, sparsi entro argilla giallastra, strato sottoposto alla sua volta ad un letto di terra vegetale di circa un metro di spessore.

I tronchi erano disposti per la maggior parte orizzontalmente e sembravano rotti ed abbattuti per effetto dei materiali sovraincombenti; le radici, però, dirigevansi in basso e s' insinuavano nel terreno sottostante.

Io vidi un deposito consimile, messo allo scoperto dalle acque del Laccio o Laccetto, lungo la riva sinistra di questo torrente, sopra lo stesso paese di Torriglia. Un altro se ne può osservare in quei pressi, nel punto detto Nemoglie. Alberi sepolti in condizioni analoghe furono poi segnalati verso Gaietta, nella valle del Rio Brignolo, presso Busalla, in Valle d' Aveto, in Val di Trebbia, ecc. Il torrentello Caransina, in quel di Varese Ligure, attraversando un deposito detritico che sembra dovuto ad una frana, nel mutare il proprio letto, mette allo scoperto piante fossili.

Il ritrovamento di piante arboree, in ispecie di piante resinose, sepolte in depositi detritici non è raro così nelle valli dell' Apennino come in quelle delle Alpi.

Riferisce il Pedoni che lo scoscendimento della montagna detta le *Buse Scure*, non lungi da Recoaro, mise allo scoperto, nel 1790, moltissimi alberi resinosi che cessarono di vegetare in epoca assai remota ed erano coperti da pietre

---

([1]) Chiappori A., *Della vegetazione attuale e pleistocenica a Torriglia.* Genova, tip. Moretti, 1875.

angolose accumulate [1]. Alberi d' alto fusto, rovesciati l' uno sull' altro ed assai compressi pel peso dei materiali sovraincombenti, furono osservati da Catullo a Roana, nei Sette Comuni, sotto un alluvione ciottolosa. [2]

In Toscana è frequente il caso, secondo il Cocchi, d' incontrare alberi annosi, giacenti rovesciati nelle torbiere circondate da boschi. Si tratta, d' ordinario, di abeti di insolite dimensioni, i quali mostrano come la vegetazione forestale del nostro territorio abbia subito un mutamento profondo. Accade talvolta che, per effetto di frane, i materiali contenuti in quelle torbiere sieno confusamente travolti nelle valli; così avvenne molti anni sono nelle montagne dalle quali trae origine il Tavarone. [3]

Il fondo di certi laghetti alpini è occupato qualche volta da materiali torbosi che ricettano tronchi d' albero. Se ne trovarono in gran numero, a quanto riferisce il Barelli [4] nel piccolo lago di Beuil, alla sommità del monte Lubac della Roia, allorchè, in seguito a lavori eseguiti per praticare una derivazione d' acqua, si prosciugò nel volgere di poche ore. Alcuni tronchi superavano 30 metri di lunghezza.

Tornando alla Liguria propriamente detta, udii affermare che si vedevano, anni sono, nel fondo di uno dei laghetti delle Lame, non lunge da Sopra la Croce, tronchi d' abete rovesciati.

Il significato di queste piante sepolte rimane ancora dubbio. Esse possono spiegarsi sia semplicemente coll' ipotesi che ri-

---

(1) Pedoni, *Sullo sfaldamento di un monte di Recoaro*. Giornale Enciclopedico di Vicenza, Gennaio, 1790.

(2) Catullo A. T., *Trattato sopra la costituzione geognostico-fisica dei terreni alluviali o post-diluviani*. Padova, 1844.

(3) Cocchi J. *Mappe e carte, combustibili fossili, sali, solfi ed altri prodotti litoidi, relazione*. Torino, 1865.

(4) Barelli T., *Cenni di statistica mineralogica degli stati di S. M. il Re di Sardegna*, pag. 253. Torino, 1835.

manessero coperte da frane, sia invocando il supposto di ghiacciai, i quali, avanzandosi, avrebbero invaso colle loro morene tratti di bosco. Nell' un caso e nell' altro gli alberi, almeno in gran parte, sarebbero vissuti in posto. La seconda interpretazione è avvalorata, per quanto concerne uno dei depositi di Torriglia, dalla circostanza che sembra costituire un rilievo, quasi come residuo di argine, che sbarrasse altre volte il torrente e attraverso il quale il corso d' acqua si fosse poi aperto un adito.

Ma, fra i massi angolosi cui soggiace il letto a tronchi fossili, non mi fu possibile di osservarne alcuno levigato striato o solcato, come sono bene spesso quelli delle morene. D'altra parte, vuolsi avvertire che siffatti massi, essendo costituiti di calcare marnoso, avrebbero potuto difficilmente conservar le note tracce di logoramento impartite dal fenomeno glaciale.

Minerali. — I minerali notevoli dei depositi quaternari e recenti sono assai scarsi. Potrei qui citare, fra questi minerali, l' oro nativo, il quale si trova in pagliuzze e pepiti nelle alluvioni dell' Olba, dell' Erro, della Stura, del Lemme, del Gorzente; ma le notizie che loro si riferiscono troveranno sede più opportuna nel capitolo consacrato ai materiali estrattivi.

Sarebbero da ricordarsi eziandio le arene ferrifere che abbondano sulle spiaggie delle due Riviere e nel letto dei torrenti presso le formazioni serpentinose. Basterà in proposito che io dica come abbondino principalmente a Pegli, a Multedo, a Sestri Levante, presso Levanto e nei letti del Varenna, del Petronia ecc., e come risultino di magnetite raramente associata a tracce di titanio con una piccolissima quantità di ferro nativo. Questi materiali provengono dal disfacimento di lehrzolite, serpentina, diabase, anfibolite, pirossenite ecc., roccie pertinenti, quali al gruppo di Voltri, quali alle zone oficlitiche eoceniche.

Reputo ora premio dell' opera, richiamare l'attenzione dei lettori sopra certi noduletti ferruginosi e manganesiferi, di

color rossastro che costituiscono uno straterello di 10 o 15 centimetri di spessezza, alla superficie di una collina miocenica, poco elevata, detta Monte Rosso, che sorge a monte di Serravalle, sulla riva destra della Scrivia. Questi noduli sono sferoidi irregolari, il cui diametro varia fra pochi millimetri e due centimetri (fig. 8).

Fig. 8.

Noduli manganesiferi del Monte Rosso; grand. nat.

Il Mayer, osservando che si riscontrano ai due lati dello Apennino a tutti i livelli possibili, ma di preferenza nei luoghi protetti contro la denudazione e sopra le sommità, alle quali non potè giungere alcun corso d'acqua diluviano, manifesta il dubbio che abbiano subito un trasporto operato da venti temporaleschi e che provengano dal Sahara, oppure dai vulcani del Lazio o del Napoletano. Io ritengo invece che tali adunamenti siderolitici ripetano la propria origine da fenomeni semplicissimi che tuttora si verificano sotto i nostri occhi nei medesimi territori, non da azioni endogene, non da cause straordinarie. Per me altro non sono, infatti, che residui più o meno alterati di sedimenti terziari, miocenici o pliocenici, i quali, essendo poco coerenti, furono talvolta disgregati dagli agenti meteorici e dilavati dalle acque alluviali, in tal guisa che i loro elementi più leggeri e più tenui furono asportati, e i più pesanti, come le sabbie e sopratutto i noduli e gli arnioni limonitici o piritosi, rimasero *in posto*, costituendo, per così dire, un terreno nuovo.

Infranti questi noduli, si presentano formati di una massa di color bruno traente al nero, talora un po' cristallina, che si fa terrosa alla periferia ed è circondata da un intonaco giallastro, struttura comune a molte concentrazioni di minerali metalliferi, originatesi in seno ai nostri depositi pliocenici

e miocenici. Per ciò, come per la forma e la composizione, sono affatto diversi da qualsivoglia prodotto vulcanico. Pel loro peso, è quasi impossibile che sieno stati trasportati dal vento. Che più? Si trova ancora aderente alla superficie di molti noduletti la sabbia del giacimento in cui erano primamente inclusi, e con essi incontransi nello stesso deposito septarie manganesifere che si son formate senza dubbio contemporaneamente, in virtù d' un analogo fenomeno di concentrazione.

Una formazione che ha molta analogia col nostro terreno siderolitico, cioè il *diluvium* rosso quaternario dei dintorni di Parigi, è pur considerato da taluni come un prodotto di alterazione. Il signor E. Van den Broeck addusse infatti validi argomenti per dimostrare che sotto l' influenza degli agenti esterni, il *diluvium* bigio, quaternario, perde il suo calcare e la massima parte dei suoi fossili, acquista una tinta gialla o rossastra (per l' ossidazione della glauconia verde o bigia e d' altri minerali ferruginosi) e in breve si trasforma in *diluvium* rosso [1]. Nel caso nostro, la metamorfosi si effettuerebbe in terreni comparativamente più antichi, e sarebbe dovuta più che altro a cause meccaniche.

Mentre considero i materiali ferruginosi del Monte Rosso, di Merlassino e d' altri punti della Valle di Scrivia, come semplici residui di dilavamento, attribuisco una origine poco diversa alle terre rosse, superficiali del promontorio di Portofino, dei pressi di Noli, Varigotti ecc. Queste risulterebbero, a parer mio, dalla lenta soluzione dei calcari, nelle cui anfrattuosità o alla cui superficie si depositarono e costituirebbero per così dire residui insolubili di quelle rocce. La mia interpretazione è essenzialmente fondata sulla considera-

---

[1] Van den Broeck, *Note sur l' altération des roches quaternaires des environs de Paris par les agents atmosphériques*. Bulletin de la Société géologique de France, 3e série, vol. V, pag. 296. Paris, 1877.

zione che tali calcari sono tutti più o meno ferruginosi e sulla osservazione che la terra rossa si raccoglie costantemente nelle depressioni delle caverne scavate negli stessi calcari dall'azione fisico-chimica delle acque sotterranee.

Sistema pliocenico.

Considerazioni generali.

Il pliocene è rappresentato nella regione di cui mi occupo da due orizzonti, non sempre distinti per spiccati caratteri litologici e paleontologici. L'inferiore risulta di argille e marne, il cui colore trae generalmente al grigio cenere e talvolta all'azzurrino; vi abbondano i fossili e in ispecie le grosse *Pleurotomidae*, columbelle, nasse, arche, ostriche, pettini; fra questi, caratteristici il *Pecten latissimus* e la *Pleuronectia cristata*; succedono ad esso sabbie e conglomerati, le prime non scarse di fossili, almeno in taluni punti, i secondi quasi destituiti di avanzi organici. Siccome la massima parte dei fossili propri alle sabbie si trova pure nelle marne e nelle argille, è assai difficile lo stabilire tra le due formazioni una distinzione fondata sulla paleontologia. Nelle sabbie mancano generalmente le *Pleuronectia* e scarseggiano le grosse *Pleurotoma*, mentre abbondano specie dei generi *Mitra*, *Nassa*, *Venus*, *Lucina* ecc.

Questi due orizzonti, entrambi marini, si possono attribuire al pliocene inferiore (piacentino o piacenziano di alcuni autori) [1]. Ad un piano superiore, corrispondente all'astiano propriamente detto, credo opportuno ascrivere i depositi

---

[1] Ricordo qui che altri geologi, i quali non ammettono il piano piacentino, considerano gli orizzonti sopra citati come astiano inferiore.

d'acqua dolce fossiliferi della bassa valle di Magra ed alcuni di quelli dei territori di Fossano, Bra, Mombaruzzo ecc. (situati fuori dei confini della Liguria Marittima) che il Sacco pone nel suo *fossaniano*.

Già dissi precedentemente come e perchè io non creda di accettare il concetto di villafranchiano, adottato da taluno e da me stesso, in altri lavori. Quanto al fossaniano, essendo inteso dal suo autore nel senso di una *facies* del pliocene e del postpliocene, non potrebbe figurare in un ordinamento cronologico uniseriale che a titolo di sinonimo.

Formazioni principali.

Dal Varo a Bordighera. — La formazione pliocenica è assai sviluppata nelle valli del Varo e del Paglione. Nella prima, essa riposa quasi esclusivamente sopra rocce secondarie giuraliassiche e cretacee e si protrae dalle adiacenze della foce fino a monte di Rocchetta, raggiungendo un altitudine poco inferiore ai 500 m. Un piccolo lembo distaccato dalla massa principale si trova a Levens, sulla riva sinistra presso la confluenza della Tinea colla Vesubia. La zona più estesa segue la riva sinistra e raggiunge con una delle sue propaggini la valle del Paglione, presso Saint-André-le-Bourg. È probabile che a questa fosse riunita in altri tempi la piccola isola pliocenica visibile a Nizza.

La roccia dominante nella formazione di cui si tratta è conglomerato a cogoli non molto grossi con stratificazione talvolta poco netta. Gli strati presentano in generale lieve pendenza verso mezzogiorno.

Presso Cagnes, a Saint-Laurent e nei dintorni di Vence prevalgono nel conglomerato ciottoli calcarei, ma non vi mancano quelli di gneiss, di quarzo, di porfido e perfino di andesite.

Ricomparisce la medesima formazione a N. e a N.O. del Capo Martin e costituisce i rilievi scoscesi di Roccabruna e della Turbia.

I conglomerati non costituiscono, come a tutta prima si potrebbe credere, un piano ben distinto del pliocene, superiore alle sabbie e alle marne, ma, siccome a queste bene spesso si sostituiscono, mi sembra che si debbano piuttosto considerare come una *facies* peculiare del pliocene, sia delle sue assise inferiori sia di quelle un po' meno antiche.

Già de Chambrun de Rosemont si propose di dimostrare che i conglomerati della valle del Varo sono i resti d'un antico delta. (1) Poco dopo, Desor manifestò la convinzione che tutti i conglomerati della Riviera di Ponente, da lui detti *liguri*, avessero una tale origine, fossero cioè formazioni torrenziali, depositate alla foce loro dal Varo, dalla Roia, dalla Nervia, dall'Arroscia ecc. (2) Egli diede inoltre a conoscere che il deposito di conglomerati del Varo si distingue da quello dei delta marini normali, perchè i suoi strati sono inclinati sull'orizzonte di 12° a 15°; sarebbe questo, secondo Desor, un carattere comune a parecchi delta torrenziali lacustri (3). L'accennata disposizione, tuttavolta, non è peculiare al deposito della bassa valle del Varo e nemmeno alle assise di conglomerati pliocenici della Riviera, ma si trova in tutti i depositi pliocenici argillosi, sabbiosi o ciottolosi della Liguria e perciò non si deve ascrivere alle condizioni nelle quali si producevano, ma sibbene ad un fenomeno avvenuto dopo la loro formazione; cioè ad un sollevamento che si manifestò con intensità crescente dalla riva del mare verso il crinale e da est a ovest.

---

(1) De Chambrun de Rosemont A., *Études géol. sur le Var et le Rhône pendant les périodes tert. et quatern.* Annales de la Soc. des Lettres, Sciences et Arts des Alpes Maritimes, tome II. Nice, 1873. — *Sur le delta du Var et la période pluviaire* Bulletin de la Soc. Géol. de France, 3e série. tome V. Paris, 1887.

(2) Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences, séance du 16 février 1880.

(3) Vedi in proposito: Gaudin e Moggridge, Bulletin de la Soc. vaudoise des Sciences nat., vol. VIII, n.° 52.

Il suolo del territorio di Mentone è in parte costituito da un lembo pliocenico, il quale da un lato è lambito dal mare, mentre dall'altro se ne allontana di oltre due chilometri e raggiunge circa 250 m. d'altitudine. Questo lembo riposa in gran parte sul nummulitico e si può studiare nel miglior modo percorrendo la così detta valle di Mentone. In riva al mare, esso è costituito di sabbione giallastro; a monte, passa ad un conglomerato a piccoli elementi, nel quale si distinguono ciottoli di quarzo, di anfibolite, di micascisto e, se non m'inganno, anche di granito roseo; dopo il sabbione e il conglomerato, che rappresentano la parte superiore della formazione, si osservano marne micacee ed argille con vene di lignite. Ciò che vi ha di più notevole in siffatta formazione si è che i suoi strati sono stranamente raddrizzati. Nella valle di Mentone, di contro al *Chalet Victoria*, infatti, si presentano diretti circa a N. 25° O. mg. con immersione a N. 115° O. ed inclinazione di ben 50°! Più innanzi, dopo la villa Rocca, l'immersione si verifica in senso opposto, e da ciò argomento che le assise di cui si tratta sieno parte di una volta, della quale manca la porzione superiore. In altri punti della formazione, ho osservato soluzioni di continuità nella stratificazione, che accennano a piccole fratture con rigetto.

A levante di Mentone, un piccolo lembo di conglomerato occupa la sommità del Monte Bellinda, ove raggiunge m. 550, la massima altitudine fin qui accertata per questa formazione in Liguria. È notevole il fatto che anche tra le Alpi la medesima cifra esprime la maggiore altitudine alla quale fu segnalato il pliocene marino.

Nelle vicinanze di Ventimiglia, la formazione pliocenica risulta di marne arenacee e sabbie, alternanti con conglomerati. Questi sono costituiti di ciottoli di calcare, quarzite, scisti cristallini, porfido rosso. Alcune di tali rocce, come il porfido rosso e la quarzite, provengono dal sistema permiano e non si trovano in posto che in punti assai lontani.

I ciottoli di calcare, presso Castel d'Appio e probabil-

mente altrove, sono spesso coperti di una patina rossiccia e distintamente impressi. Credo che qui, come in altre località, la patina e l' impressione sieno conseguenza di un medesimo fenomeno chimico.

La zona pliocenica di Ventimiglia, che è la più cospicua della Liguria, dopo quella della valle del Varo, incomincia, verso levante, a Bordighera, città in parte fondata su questo terreno, e si estende a ponente fino a Pian di Latte. Di colà, il suo confine occidentale volge a nord-ovest, raggiunge il Rio di Latte, lo segue per lungo tratto, cioè fino a Sant'Antonio, poi, dopo una punta verso Serro, scende alla Bevera, la quale, fino alla sua confluenza colla Roia ne costituisce il confine settentrionale. Sulla sinistra della Roia, il pliocene giunge a minor distanza dal mare, ma volge poi, mercè una linea di confine diretta a N.E., fino ai pressi di Ciaise, d'onde discende nella valle della Nervia al di sotto di Camporosso, per poi risalire fin quasi a Vallecrosia e guadagnar Bordighera per Cima dei Monti e il Colletto.

I sedimenti pliocenici delle vicinanze di Bordighera sono prevalentemente arenacei e in alcuni punti assai ricchi di fossili.

Da Bordighera ad Albenga. — Nei pressi di San Remo, il pliocene costituisce principalmente una piccola isola situata a sinistra del Rivo Borgo, sopra l' altura detta, dal santuario omonimo, della Madonna della Costa.

Il lembo di pliocene che denominerò di Taggia, dal nome del torrente che l' attraversa, si estende tra il torrente Arma e il Monte Colmo, presso Santo Stefano, salvo qualche interruzione. A monte, risale a nord di Bussana, sui fianchi dell' altura denominata I Colli, s' insinua poi nella valle della Argentina o torrente di Taggia, fino quasi a questa città (la quale, tuttavolta, è fondata sui calcari eocenici a fucoidi) e si innalza quindi a levante di Taggia fino a Castellaro.

Lungo l' Argentina, nel fondo della valle, il deposito pliocenico rimane quasi completamente coperto da alluvioni quaternarie e recenti. A levante della strada che conduce

da Taggia alla stazione ferroviaria, si manifesta però alla superficie con argille azzurre, che servono a fabbricare tegole e mattoni.

Questo giacimento riposa sui calcari eocenici ed è costituito quasi esclusivamente di conglomerati alternanti con sabbie, con cemento ora argilloso, ora argilloso-calcareo e bene spesso rubiginoso. Gli elementi del conglomerato sono generalmente grossi e forniti dalle rocce del territorio circonvicino. Sopra alcuni ciottoli, lungo la via dall' Arma a Bussana, osservai piccole ostriche. Tra gli strati sabbiosi, si trovano intercalati, nella parte media del giacimento, depositi marnosi ed argillosi, uno dei quali alimenta una fornace da mattoni anche lungo la via già ricordata.

Fra il colle o monte di Santo Stefano, prevalentemente costituito di psammite eocenica, a strati quasi orizzontali alternanti alla base con letti di scisto argilloso, e il Monte Negro, che risulta di calcari eocenici metamorfosati, si trova il piccolo bacino detto delle Terre Bianche, occupato da marne giallastre e biancliccie che si fanno superiormente sabbiose e ghiaiose e si riducono superficialmente in un conglomerato. Questa formazione, la quale raggiunge presso a poco una trentina di metri di potenza, presenta strati lievemente inclinati verso il mare. Alla parte superiore, il conglomerato ghiaioso e la sabbia ricettano pettini, ostriche ed altri fossili in cattivo stato di conservazione. È notevole, nel deposito delle Terre Bianche, il fatto che si vedono, alternanti cogli strati marnosi e sabbiosi, sottilissimi letti, direi quasi sepimenti, di calcare concrezionato e rubiginoso che reputo dovuti all' azione di sorgenti minerali subacquee [1].

Altri piccoli lembi pliocenici, non ben delimitati ancora, giacciono nei pressi di S. Lorenzo.

---

[1] Vedi a questo proposito una mia nota nel Boll. del R. Comit. Geol., 1876, n. 11-12.

Sopra Porto Maurizio, la formazione pliocenica comincia appena fuori della città verso nord-est e si estende in due propaggini irregolari, da una parte, fino ai monti Bandelin, Barbandrè e Rosa, e dall'altra, fin presso Cantalupo e Caramagna. Frammezzo a queste due propaggini, emerge il territorio di Artalla sul calcare eocenico. Il pliocene dei pressi di Porto Maurizio risulta, in basso, di sabbie biancastre fossilifere, in alto, di conglomerati poco saldi.

A Costa Rossa, sopra Oneglia, a poca distanza dall'Impero, si osserva un limitatissimo deposito di conglomerato pliocenico.

Verso levante, s'incontra un'altra isola pliocenica, compresa fra il torrente S. Pietro e il rivo di Varcavello, ed ha per centro Diano Castello. Inferiormente, essa presenta un sabbione giallastro e in qualche punto argilla che si estrae per fabbricare mattoni; sopra vi ha un po' di conglomerato ad elementi calcarei.

A destra del torrente Cervo, gli scisti e i calcari dell'eocene superiore sostengono una piccola zona pliocenica, la quale incomincia a 700 m. dal mare e si estende verso settentrione, per un bel tratto oltre Pairola e Costa, mantenendosi assai limitata in larghezza, tranne verso la sua estremità settentrionale, ove può raggiungere circa un chilometro. Questa formazione presenta, in basso, marne sabbiose e, in alto, conglomerati ghiaiosi e ciottolosi poco resistenti. Gli strati pendono lievemente verso il mare. Lungo la via di Pairolo, la quale segue un torrentello corrispondente all'asse della formazione, si osserva nella parte inferiore di essa un banco formato quasi esclusivamente di tritume di pettini. A Pairolo, sulla piazza della chiesa, si vedono, nella roccia marnosa, modelli di grossi litodomi.

Da Albenga a Savona. — La formazione pliocenica di Albenga, una delle più estese della Liguria, occupa il territorio compreso fra il Neva e l'Arroscia fino alle vicinanze di Arnasco e di Vendone, a nord, e fino ad Ortovero, a sud. Sulla sinistra dell'Arroscia, essa cuopre le colline di Cisano,

Campochiesa e Peagna e si accosta a Ceriale. A mezzogiorno di Campochiesa, come in tutta la zona litorale compresa fra Ceriale e Albenga, essa formazione rimane coperta da alluvioni quaternarie e recenti depositate dal Neva e dal Torsero.

Anche nel territorio d'Albenga il pliocene è costituito superiormente di conglomerati e inferiormente di sabbie, marne e argille. Nell'alveo di Rio Torsero, alla parte superiore di esso, vedesi il deposito pliocenico sotto forma di sabbione giallo e di conglomerato, in strati un po' pendenti verso il mare, sottoposto ad una assisa quaternaria, perfettamente orizzontale, di terra rossa, con frammenti angolosi di rocce antiche e ciottoli nella parte inferiore. Più a valle, si trova scoperta la sabbia pliocenica, lungo il Torsero, ed appariscono al di sotto straterelli di marne arenacee.

Nei pressi di Campochiesa, il pliocene emerge superficialmente con conglomerati ad elementi calcarei e quarzosi, mal connessi che facilmente si confondono coi conglomerati quaternari, ciò tantopiù che questi ben spesso risultano formati dal rimaneggiamento dei primi.

Nei colli che sorgono a levante di Cisano, sulla riva sinistra del Neva ed anche in piccola parte sulla destra di questo torrente, il conglomerato si fa più saldo e raggiunge in alcuni punti tal compattezza da servir di pietra da macina. Ciò proviene da che gli elementi di cui risulta sono localmente cementati da silice calcedoniosa ([1]). Gli strati della pietra di Cisano sono immersi a mezzogiorno, con inclinazione di 30° a 40°.

Dopo Ceriale, verso levante, il pliocene comparisce a Borghetto Santo Spirito, a Loano (nel letto del Nimballo, a fianco del castello) e presso Pietra Ligure in un piccolo deposito d'argilla azzurra, rimaneggiata, che si adopera per fabbricar mattoni. Questo è in gran parte coperto di alluvioni quater-

([1]) Questa silice sembra un prodotto di antichi fenomeni idrotermali.

narie e recenti e merita di essere ricordato solo per la circostanza che vi si raccolsero pochi avanzi scheletrici appartenenti all'uomo o ad un animale assai affine all'uomo stesso.

Nel Savonese, il pliocene ricomparisce sulla riva sinistra del Segno sopra Vado, ad oltre due chilometri dal mare, risale alquanto sul monte Costa delle Rocche, poi discende sotto Tessano e si estende nella valle del Quiliano, rimanendo però coperto, presso questo torrente, da alluvioni quaternarie e recenti.

Sulla sinistra del Quiliano, la formazione incomincia a monte di S. Pietro e il suo confine discende poscia alla Casa dello Svizzero, e sotto Piazza Doria, fino ai piani del Letimbro, in cui le argille plioceniche, coperte però, in parte, da sedimenti odierni, raggiungono quasi il sobborgo di Lavagnola.

Gran parte della stessa città di Savona riposa pure su sedimenti pliocenici e in ispecie quel tratto compreso fra la piazza Chiabrera e il Castello.

Nella valle del Segno, il pliocene risulta principalmente di sabbie gialle e di marne sabbiose, alle quali si sovrappone, a monte di Bossarino, un potente deposito di ghiaie e conglomerati a cemento rubiginoso. Le sabbie e i conglomerati presentano strati più o meno immersi a mezzogiorno. In alcuni punti la loro inclinazione raggiunge 30° a 35°, ma è forse da attribuirsi, in parte, a che furono depositati alla foce di un antico corso d'acqua, se, come credo, rappresentano anche questi un antico delta torrenziale. Notevole la collina alle falde della quale è edificata la chiesa parrocchiale di Vado, perchè ricca di materiali ferruginosi, che vi costituiscono numerosi noduli di concentrazione.

Verso Savona, prevalgono, nella formazione pliocenica, le argille grigie (che alimentano le fabbriche di mattoni e di stoviglie grossolane di Zinola, delle Fornaci e di Albissola), nonchè marne cineree, talvolta un po' sabbiose. Nella parte superiore di essa, tuttavolta, per esempio a Piazza Doria, si danno sabbie minute.

Da Savona a Piere di Sori. — A levante di Savona, ricomparisce la formazione pliocenica ad Albissola con argille e marne povere di fossili; da un lato si mostra a tergo del paese e risale lungo il Sansobbia fino a monte della villa Faraggiana, dall' altro, sulla sinistra del torrente, si ritrova in alcune ville a settentrione della via nazionale. Nel primo affioramento osservasi argille di color cinereo chiaro, pendenti verso N.E. di circa 25°, con scarsi fossili, fra i quali *Pleuronectia cristata*, e frustoli di limonite, che sono verosimilmente, qui come altrove, il risultato della pseudomorfosi di corpi organici.

Lungo la strada tra Cogoleto ed Arenzano, presso questo ultimo paese, nel punto denominato Terralba, vi ha un piccolo lembo di argille grigie plioceniche che si adoperano a fabbricar mattoni. Ivi, i fossili, assai scarsi, spettano alle specie più comuni a Savona e a Genova.

Nei pressi di Scierborasca, sopra Cogoleto, e precisamente lungo la riva destra del Romaro, havvi un piccolo lembo pliocenico, il quale si presenta con caratteri diversi dai consueti e simula depositi più antichi (1). Inferiormente, è costituito di marne grigie, arenacee, con straterelli rubiginosi; in mezzo, di marne bianche, parimente arenacee, con stratificazione poco appariscente; al di sopra, di sabbie marnose giallastre in straterelli ben distinti, i quali per la loro resistenza maggiore strapiombano in alcuni punti sulle assise sottoposte. Si osserva pendenza generale poco risentita verso mezzogiorno; eccetto alla parte settentrionale del lembo ove, certamente per effetto di uno sconcerto locale, si verifica in piccolo tratto immersione verso nord.

Alla parte superiore del lembo, la cui potenza non passa i 70 metri, si trovano in copia tritume di coralli e serpule;

(1) In altro lavoro ho citato per errore questo lembo come miocenico.

al di sotto, raccolsi parecchie impronte di piante terrestri, ostriche e pettini, tra i quali la *Pleuronectia cristata*.

Fu segnalata la formazione di cui tengo discorso anche a Lerca.

Fra i torrenti Cerusa ed Acquasanta, a circa mezzo chilometro dal mare, e ad 80 m. d'altitudine, giacciono, sulle stratificazioni di scisti cristallini, letti di sabbia fossilifera, grigia e giallastra immersi a sud-ovest, con inclinazione di quasi 20°; alla parte superiore, questa sabbia si fà a grossi elementi e si concreta in un conglomerato ghiaioso, contenente frammenti e ghiaie di serpentina e di scisti cristallini. Mentre la forma litologica della formazione accenna al pliocene medio o superiore, vale a dire al piano delle sabbie gialle, i suoi fossili dimostrano che si tratta del medesimo orizzonte di Albenga, di Savona e di Genova, il quale è qui rappresentato da un deposito di spiaggia.

Il giacimento pliocenico di Borzoli occupa parallelamente al litorale una stretta zona tra il rivo di Borzoli e il torrente Chiaravagna e si continua a monte con alcuni piccoli lembi staccati dal principale. Sulla sponda destra del rivo Borzoli, presso la chiesa parrocchiale del villaggio omonimo, la marna azzurra raggiunge la sua massima altitudine che è di circa 60 metri. Ivi essa acclude grossi ciottoli di calcare eocenico forati dai litodomi. Poco lunge, in vari punti (tra gli altri nel rivo di S. Rocco) la marna giace sotto uno strato di conglomerato. Lungo la riva sinistra del Chiaravagna, e precisamente ove si trova una fornace da mattoni, la parte superiore del deposito è costituita di sabbia minuta in gran parte serpentinosa, mista ad argilla; qui abbondano i fossili più minuti. La sabbia non è da confondersi col letto arenaceo e ghiaioso, assai più recente, da cui è coperta.

Gli strati di marna o d'argilla, generalmente poco distinti, presentano il più delle volte una leggera pendenza di 20° a 25° verso il mare. Presso la nuova stazione ferroviaria di Borzoli (sulla linea da Genova a Ovada), si mostrano invece per breve tratto orizzontali.

Le marne che costituiscono il suolo di gran parte della città di Genova occupano una zona irregolare, diretta da N.O. a S.E., la cui maggior lunghezza è di circa 1500 metri con larghezza assai minore, che raggiunge in certi luoghi 500 metri. A levante, esse furono segnalate negli orti attorno al Manicomio, presso Porta Pila e nelle vicinanze di Porta d'Arco; a ponente s'incontrarono, secondo antichi ricordi storici, nello scavo della Darsena. Fra tali punti estremi, occupano un'area che comprende la via Garibaldi, la via Carlo Felice, la piazza Deferrari, la via Sellai, la piazza Nuova, nonchè quel tratto che intercede fra il teatro Carlo Felice e la salita Santa Caterina, nel quale furono erette la via Roma e la Galleria Mazzini. Probabilmente, questa zona si continua nel sottosuolo attraverso alla valle del Bisagno fino al piccolo deposito di marna situato a S. Fruttuoso appiè della salita della Noce e a San Martino d'Albaro.

Al colle d'Oregina, a circa 25 m. d'altitudine, si trovava in passato, aderente alle rupi di calcare eocenico, una incrostazione di conglomerato ghiaioso con *Pecten* (di cui fa cenno il Pareto nella *Guida di Genova*), residuo delle assise superiori e litorali appartenenti alla formazione ora descritta.

Gli sterri eseguiti in via Roma per la fondazione di parecchie fabbriche furono praticati nella marna bigia detta volgarmente fra noi *turio* o tufo, la quale in un certo punto situato presso la terza isola a destra della stessa via (procedendo da mare a monte) fu tagliata verticalmente per ben venti metri, e siccome si continua probabilmente per altrettanta profondità sotto il piano stradale, credo che la formazione possa raggiungere una potenza di circa 40 metri. Qui come in altri punti, i piani di stratificazione sono poco distinti e leggermente inclinati verso il mare.

La marna è generalmente finissima, omogenea, d'un color cenere, che si fa bigio scuro traente al verdastro, quando sia umida. Asciutta, allappa alla lingua, si lascia intaccare facilmente dall'unghia e, stropicciata con un corpo duro, piglia una certa lucentezza. Sotto l'influenza dell'alito, emana odore

alluminoso; coll' acqua, forma pasta mediocremente plastica. Trattata cogli acidi, vi si scioglie parzialmente, producendo viva effervescenza e, frattanto, vien separata una materia grassa, giallastra, insolubile nell' acqua; al cannello, emette odore di materia organica bruciata, imbianca, poi si liquefà in smalto bruno con ribollimento; coi reattivi, fornisce le reazioni del ferro, del calcio, dell' alluminio, del silicio ecc.

Essa marna è nella sua assise superiori alquanto sabbiosa, ma varia assai tra un punto e l' altro la proporzione della sabbia. Appunto in queste assise, quasi esclusivamente, si trovano fossili, che non sono però nè abbondanti nè ben conservati. Dall' aspetto loro si può inferire che tali fossili non subirono fluitazione e rimaneggiamento e sono generalmente fragilissimi e logori per effetto di alterazioni dipendenti dal mezzo in cui si trovano.

A San Fruttuoso, la marna si converte in argilla, si fa cioè deficiente di calcare. Nella parte inferiore del deposito, si trovano colà massi di calcare eocenico, foracchiati dai litodomi. A S. Martino d' Albaro, si raccolsero nell' argilla, presso la chiesa parrocchiale, frammenti di tronchi d'albero convertiti in lignite picea.

A Pieve di Sori, di contro alla stazione della ferrovia, ed anche un po' a ponente, la riva del mare è tagliata quasi a picco e costituita di grossi strati di calcare bigio a fucoidi, intersecato di numerose vene spatiche. Sopra questi strati, a circa 25 m. d' altitudine, si osserva per piccolo tratto, un deposito formato, alla base, di ciottoli e frammenti calcari e, nel rimanente, di sabbia calcarea giallastra, in parte cementata, convertita cioè, in arenaria grossolana. La potenza massima del deposito non oltrepassa m. 5, 50. Fra i ciottoli e i frammenti calcari, se ne trovano alcuni forati dai litodomi e dalle spugne; la sabbia non ricetta, a mia cognizione, fossili determinabili, ma solo tritume di conchiglie. Dal complesso delle mie osservazioni in proposito, argomento che ivi si trovino i resti di una antica spiaggia pliocenica. A levante

di questo punto, non fu riconosciuta, con sicurezza, alcuna formazione pliocenica marina entro ai confini della Liguria marittima [1].

Fossili e Minerali.

Fossili. — Dalla formazione pliocenica situata lungo la riva destra della Roia e precisamente dai pressi di Castel d'Appio, Rivière ottenne molti fossili di cui pubblicò l'enumerazione [2]. Questa comprende 2 specie di anellidi, 2 di brachiopodi, 166 di gasteropodi, una di pteropodo, 87 di acefali, una di briozoario, una di echinoderma e 2 di polipai.

Non mancano fossili, principalmente conchiglie, nelle sabbie gialle delle vicinanze di Bordighera e possono vedersi in gran numero in una raccolta privata, posseduta dal sig. C. Bicknell di quella città. A San Remo, a Bussana, alle Terre Bianche presso Santo Stefano, a Colle Dulcedo in quel di Porto Maurizio si trovano fossili in copia, ma in uno stato di conservazione assai imperfetto. Non così nel bacino d'Albenga e specialmente lungo le rive del Rio Torsero, ove si raccolgono esemplari di conchiglie fossili mirabilmente conservati. Fin dal 1827, Sasso, il quale professava storia naturale in Genova, diede alla luce un catalogo di ben 171 specie di tali fossili, fra le quali 10 nuove. Moltissime altre, che egli non conobbe, furono raccolte posteriormente. Citerò fra queste una *Ancillaria*, (*A. obsoleta*, Brocchi) [3], di cui ebbi due esemplari in dono dal dottor Morelli e la *Monforlia Ligustica*, Della Campana, forma di *Siliquaria* nella quale la caratte-

---

[1] Certe argille bigie, da mattoni, dei pressi di Sestri Levante, mentre ricordano, pei caratteri esterni, i depositi del pliocene inferiore, non hanno fornito fin qui alcun fossile che valga a determinare la loro età.

[2] Association française pour l'avancement des Sciences, Compte rendu du Congrès de Montpellier. Paris, 1880.

[3] Il genere *Ancillaria* è reputato a torto estraneo al pliocene e proprio ad orizzonti più antichi.

ristica fessura del guscio è munita di tanti allargamenti a guisa di fori [1]. Il Museo geologico di Genova possiede anche resti di *Balaenoptera Gastaldii*, Strobel, della stessa provenienza.

Dal deposito pliocenico di Savona, il quale è feracissimo di fossili, soprattutto alle Fornaci e a Zinola, provengono pochi avanzi di vertebrati, di cui possono vedersi campioni nelle raccolte poleontologiche dei musei universitari di Genova e di Torino e nel piccolo gabinetto di Storia naturale del Club Alpino di Savona. I mammiferi terrestri vi sono rappresentati, prima di tutto, da alcuni avanzi che io ascrivo ad un *antropoide*, essendo in parte conformi ai pezzi omologhi dello scheletro umano e in parte dotati di caratteri abberranti, senza che possano attribuirsi ad alcuno tipo conosciuto di antropomorfa [2]; poi da un frammento di molare di giovane *Mastodon*, probabilmente *M. Arvernensis*, e da poche ossa delle estremità appartenenti ad un rinoceronte. Una sola vertebra accusa la presenza di un pinnipede. Dei cetacei si rinvennero in buon numero vertebre, falangi e casse timpaniche, pertinenti a varie specie di *Balaenoptera*, ad un *Plesiocetus* e ad un *Delphinus*.

Assai più numerosi i pesci, tra i quali: vertebre di squali e denti di *Carcharodon megalodon*, *C. auriculatus*, *Oxyrhina hastalis*, *O. Desori*, *Lamna* varie specie, *Odontaspis contortidens*, *Notidanus primigenius*, *Galeocerdo latidens*, *Temnodon sp.*, *Chrysophrys Lawleyi?* *Pharyngodopilus superbus*, *P. sp.* (fig. 8) *Chimaera sp.*, *Acanthias*, *sp.*

Presento la figura di una piastra dentaria inferiore non ancora descritta, di un *Paryngodopilus*, pezzo notevole per la sua integrità.

---

(1) Nello stesso giacimento si trova pure una vera *Siliquaria*.

(2) Di tali avanzi mi occuperò a lungo nella seconda parte del mio libro.

Il genere *Clinocephalus* fu instituito dal Ristori per una specie di granchio fossile delle Fornaci, presso Savona, (*C. demissifrons*), non ancora osservata altrove. Un' altra
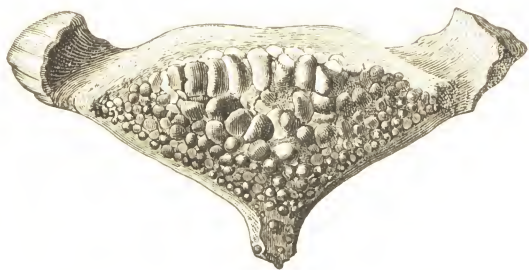
Fig. 8.

Piastra dentale di *Pharyngodopilus*: grand. nat.

specie, fin qui esclusiva dello stesso lembo pliocenico, è il *Celoma Sabatium* (Issel) descritto dal medesimo autore, in una sua recente monografia. [1] Oltre a questa, figura nell' elenco dei fossili di Savona il comune *Cancer Sismondae*, il *Balanus tulipiformis* ecc.

Numerosissime le spoglie di molluschi (più di 300 specie) e pregevoli per la conservazione, in molti di essi, degli ornamenti più delicati. Fra quelle possedute dal museo universitario di Genova, meritano particolare citazione due conchiglie interne di *Sepia* descritte dal Bellardi coi nomi di *S. granosa* e di *S. Isseli*. La prima ha per carattere principale di presentare, sullo strato testaceo dorsale, tubercoletti arrotondati, distribuiti sopra una superficie piana e piuttosto distanti fra loro, accompagnati nella regione mediana, da alcune rughe trasversali arcuate e granose.

La seconda specie è ovale, allungata, allargata nella

(1) *I crostacei brachiuri e anomuri del pliocene italiano*. Boll. della Soc. geol. ital., vol. V. Roma, 1886.

parte mediana, ristretta verso le due estremità e principalmente verso la posteriore; la superficie interna è un po' convessa e rigonfia nei due quinti anteriori, mostrandosi nel rimanente un po' concava. La sua faccia dorsale, che è pianeggiante con lieve depressione lungo l'asse longitudinale, apparisce minutamente ed uniformemente granulosa, tranne ove manca lo strato testaceo; ivi, si vedono strie e pieghe parallele, irregolari e profonde. L'esemplare più perfetto di questa specie che io abbia avuto sotto gli occhi proviene non da Savona, ma da Lugagnano d'Arda e misura millim. 63 di lunghezza, 32 di larghezza massima e 6, 5 di spessezza massima (1).

La *Zeidora Ligustica* (fig. 9), scoperta a Zinola dal Bellardi, vuol essere qui ricordata non solo perchè si tratta di specie non ritrovata altrove, ma ancora perchè si riferisce

Fig. 9.

Zeidora Ligustica, Bellardi · 6 volte maggiore del vero.

ad un tipo generico proprio alla fauna marina odierna del Giappone, tipo, il quale, pei caratteri esterni del guscio, si mostra affine ad *Emarginula*, mentre per quelli interni è strettamente collegato a *Crepidula* e forse, come osserva A. Adams, merita di costituire una nuova famiglia.

---

(1) Bellardi istituisce la specie sopra un esemplare mutilato, in cui alcuni dei caratteri distintivi non sono visibili.

La *Sabatia plicata*, Bellardi (fig. 10), comune a Savona e a Genova, è una conchiglia nella quale, ai caratteri generici degli *Scaphander*, si aggiunge quello di presentare una

Fig. 10.
Sabatia plicata, Bellardi: dimensioni doppie del naturale.

robusta piega callosa traversale che penetra nell'apertura lungo la parte media del penultimo giro della spira.

I brachiopodi non figurano in questa fauna che con poche specie riferibili ai generi *Terebratula*, *Megerlia* ed *Argiope*. Relativamente copiosi gli echinodermi, rappresentanti da: *Clypeaster*, *Brissopsis*, *Cidaris*, *Echinogramma* e principalmente *Schyzaster*. Fra i coralli, figurano: *Deltocyatus*, *Trochocyatus*, *Flabellum*, *Stephanophyllia*, *Lophohelia*, *Dendrophyllia*, *Isis*, ecc. Pochi i briozoi, ma in compenso abbondantissimi i foraminiferi, talchè il Mariani potè enumerarne 72 specie, fra le quali 4 nuove.

Le piante di questo giacimento di cui si conservano gli avanzi nel museo di Genova sono alcuni carpoliti carbonizzati difficili ad identificarsi, coni di *Abies*, frammenti di fusto e di corteccia di conifere, un pezzo di fusto, che sembra appartenere ad una palma, e finalmente una impronta di *Zoophycos funiculatus*, Sacco, var. *pliocenica*.

La proporzione numerica delle specie di molluschi promiscue alla fauna vivente, rispetto al complesso, è circa del 28 per 100, il che accenna alla fase più antica dell'epoca pliocenica.

Fra i fossili raccolti nel giacimento di Borzoli (di cui possiede una raccolta numerosa il prof. Razzore di Sestri Ponente), sono compresi alcuni molari di *Sus*, numerosi denti di pesce riferibili ai generi *Carcharodon*, *Lamna*, *Odonta-*

spis, *Notidanus*, *Myliobates*, *Pharyngodopilus*, *Sargus*, *Chrysophrys*, e molte belle conchiglie.

Il prof. Della Campana, il quale pubblicò un catalogo dei testacei di questo deposito (1), cita 207 specie o varietà, fra le quali una *Mitra* ed una *Nassa* nuove, nonchè una curiosa forma di *Siliquaria*, la *Montfortia Ligustica*, di cui ebbi a far cenno trattando dei fossili di Savona.

Oltre a molti testacei, echinodermi e coralli di Borzoli, il Museo geologico universitario possiede una fillite, riferibile al *Laurus Canariensis* o a specie affine, proveniente dallo stesso lembo pliocenico.

Fin dal 1823, il Canobbio (2) accennò ai caratteri fisici delle marne di Genova ed ai fossili che vi si rinvengono, citando fra questi un ileo umano quasi intero. Dopo di lui, Pareto trattò in una sua nota dei bacini pliocenici di Genova e Borzoli (3) e diede un elenco di una ventina di specie raccolte nell'uno e nell'altro.

Io potei disporre di una collezione di fossili assai più ricca di quella che i miei predecessori ebbero sotto gli occhi, dovuta in gran parte alle ricerche praticate dal signor G. Deamezaga negli scavi eseguiti per la costruzione della via Roma, della galleria Mazzini e della piazza Corvetto.

I fossili di cui si tratta appartengono ad una fauna d'alto fondo e in pari tempo litorale. Infatti, mentre vi sono compresi avanzi di vegetali terrestri, come fusti e coni di conifere (segnatamente di *Abies*), originariamente trasportati al mare da qualche antico corso d'acqua, dall'altro, vi figurano testacei che sogliono vivere in acque profonde, come le specie dei generi: *Mathilda*, *Scalaria*, *Xenophora*, *Siliquaria*, *Dentalium*, *Corbula*, *Syndosmya*, *Psammobia*, *Limopsis*,

(1) *Cenni paleontologici sul pliocene antico di Borzoli*. Atti della Società ligustica di Scienze nat. e geog., vol. I, n. 2. Genova, 1890.

(2) Giornale ligustico di Scienze, Lettere ed Arti. Genova, 1823.

(3) Annales des Sciences naturelles, tome I, p. 86. Paris, 1824.

Nucula, *Leda*, *Neilo*, *Yoldia*, *Mallelia*, *Hinnites*, *Megerlia*, *Argiope*, ecc. Fra 158 specie di invertebrati enumerate nel catalogo di tali fossili, 50 appartengono alla fauna vivente del Mediterraneo e le altre sono estinte, tranne forse una o due che si mantengono nei mari tropicali. Limitando il confronto ai soli testacei, i quali offrono materia a più sicure induzioni, si trova che tra 148 specie, 48 sono promiscue al vicino mare, proporzione corrispondente presso a poco al 30 per 100 e quindi propriamente intermedia fra quelle che contrassegnano il pliocene e il miocene.

Tuttavolta, e perchè il concetto della specie è alquanto mutato dopo che Lyell e Deshayes applicarono il noto criterio della proporzione rispettiva delle specie viventi ed estinte alla distinzione dei singoli sistemi e perchè si trovano nelle marne di Genova alcuni fra i fossili caratteristici del pliocene (come: *Murex spinicosta*, *Conus antidiluvianus*, *Triton Apenninicum*, *Pleurotoma monilis*, *P. turricula*, *Lucina rostrata*, *Pecchiolia argentea*, *Limopsis aurita*), non è lecito dubitare che le marne di Genova appartengano propriamente, come le argille di Savona, Albissola, Arenzano, Borzoli ecc., al pliocene inferiore.

Buon numero di specie d'echinodermi, di coralli e di foraminiferi segnalati a Savona s'incontrarono anche nelle marne di Genova. Oltre a ciò, vi si raccolsero denti anteriori e posteriori di *Chrysophrys* (fig. 11 e 12), denti di *Sphyrna prisca* e due belle piastre dentali di *Myliobates* [1]. Credo
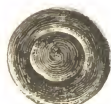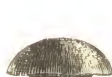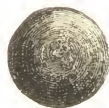
Fig. 11.
Denti anteriori
di *Chrysophrys*:
grand. nat.

Fig. 12.
Denti posteriori
di *Chrysophrys*: grand. nat.

(1) Queste non propriamente a Genova, ma nel borgo di S. Fruttuoso.

opportuno di porgere un cenno descrittivo di tali piastre perchè appartengono ad una specie non ancora segnalata altrove.

Uno dei due fossili di cui si tratta, il più perfetto, è una piastra mandibolare inferiore che misurerebbe non meno di 15 centimetri di lunghezza se non fosse priva dell'estremità posteriore (fig. 13). Essa è un po' convessa sotto e sopra e

Fig. 13.

Piastra mandibolare inferiore di *Myliobates Ligusticus*, superficie triturante: gran. nat.

presenta una leggera incurvatura nel senso longitudinale: superiormente e anteriormente, è un pò incavata in corrispondenza della linea media.

Si osservano in questa piastra una fila di denti mediani, due file di denti laterali a sinistra e tre a destra. I denti mediani sono larghissimi in paragone della lunghezza loro, un po' arcuati (colla concavità dell' arco rivolta all' indietro) e tagliati ad angolo ottuso alle due estremità. I denti anteriori sono un po' più larghi dei posteriori. I denti laterali delle tre serie non periferiche sono esagoni (con due lati maggiori degli altri quattro) e collocati obliquamente; quelli di sinistra sono un pò più stretti di quelli di destra. I denti laterali periferici hanno forma di triangoli inequilateri, o di pentagoni.

Le suture, tra i denti mediani, appariscono bene impresse, coi margini un po' sollevati ed offrono un arco irregolare, colla concavità volta all' indietro e lieve sinuosità mediana in senso opposto.

La superficie triturante risulta complessivamente alquanto convessa e incurvata nel senso longitudinale; essa è levigata, di un nero che volge al bruno e lascia scorgere, sotto la lente, minuti rilievi irregolari, paragonabili a quelli del cuoio più fino, e sottili fessure longitudinali.

La faccia radicale è leggermente arcuata ed un po' prominente lungo l' asse longitudinale; per ciascun dente medio, vi si contano 18 rilievi longitudinali, separati l'uno dall'altro da sottilissimi intervalli; per ogni dente laterale, i rilievi sono in numero di 4 o 5 e più larghi, come schiacciati (fig. 14).

La porzione di ciascun dente che corrisponde alla corona è più spessa anteriormente che posteriormente e risulta di un gran numero di tubetti ossei verticali, assai stipati, coperti superiormente di uno strato di smalto durissimo e inseriti alla parte inferiore sul tessuto areolare o spugnoso della parte radicale.

Dai resti della seconda piastra (che comprendono 10 denti

medi e 12 laterali in vari pezzi) si può argomentare che fosse alquanto arcuata nel senso longitudinale, più convessa e più larga della prima. I denti presentano le forme già descritte.
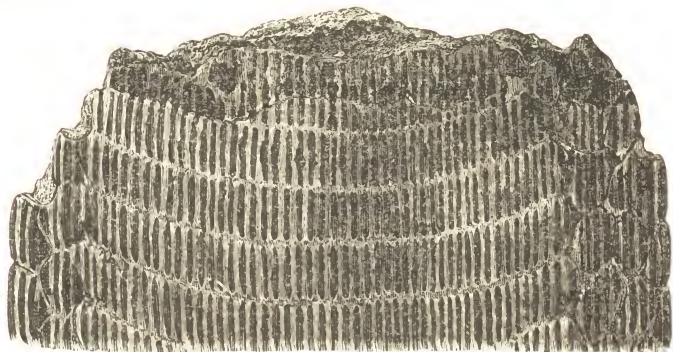
Fig. 11

Piastra mandibolare inferiore di *Myliobates Ligusticus*, superficie radicale: grand. nat.

Ho esposte in altro lavoro ([1]) le differenze per le quali questa specie differisce dalle affini e principalmente dal *M. angustidens*, Sismonda, del pliocene piemontese e toscano.

Minerali. — Le formazioni plioceniche presentano poca varietà dal punto di vista delle rocce e dei minerali. Ho già accennato ai tipi principali di conglomerati ciottolosi e ghiaiosi, di sabbioni, di sabbie, di marne e di argille che vi sono compresi. In fatto di minerali, si producono spesso in seno a queste argille efflorescenze di gesso, di melanterite e d'altri sali. Sono poi da notarsi, nelle stesse argille e nelle sabbie, noduli più o meno voluminosi di marcassite e di limonite; ciò a Castel d'Appio, a Porto Maurizio, a Vado, a Borzoli, a San Fruttuoso ecc.

([1]) Annali del Museo Civico di St. nat., vol. X. Genova, 1877.

Nel deposito pliocenico di Vado e precisamente a tergo della chiesa parrocchiale, le sabbie marnose, che si innalzano a circa una diecina di metri sul piano del villaggio, offrono una piccola balza tagliata quasi verticalmente, per oltre sei metri, sull'alto della quale alligna una grama vegetazione d'erbe e d'arbusti. Osservando la balza da vicino, si vede che *contiene numerose concrezioni di limonite, quasi tutte in forma di fuscelletti, di ramuscoli o di radici.* Queste sono parti di piante convertite, per pseudomorfosi, in idrossido di ferro e spettano probabilmente, per la massima parte, alla volgarissima *Inula viscosa* che vegeta alla superficie del deposito. Dagli strati più superficiali in cui verosimilmente si originano, i frustoli di limonite sono trascinati in basso dalle acque, a misura che rimangono isolati, cosicchè si raccolgono in maggior copia alla base della balza.

Alcuni frustoli sono appena un po' impregnati di minerale e però si mantengono sottili e flessibili; altri, in cui l'epigenesi è più inoltrata, son divenuti duri e fragili, conservando però la forma loro primitiva e la struttura organica; altri, finalmente, sono ridotti a concrezioni quasi informi.

Raccolsi frammenti che misurano 10 centimetri di lunghezza e ne vidi anche di più lunghi, ma non riuscii a staccarli dalla ganga senza spezzarli; il loro diametro varia fra 1 e 7 millimetri. Alla loro superficie, vedonsi talvolta le basi di ramoscelli alterni che s'inserivano sul fusto, e quasi sempre vi si notano le scabrezze e le fenditure proprie alla corteccia dell'*Inula*, quando si dissecca, mentre, nell'interno, si distingue chiaramente un vacuo assile che corrisponde al midollo. I frammenti di radici si presentano bitorzoluti, assottigliati ad una estremità, come i fittoni della medesima pianta, e mancano di canale interno (fig. 15).

Il colore di questi fossili è, all'esterno, giallo di ruggine, internamente, bruno rossastro, talvolta con puntini lucenti, dovuti ad un po' di pirite o di marcassite, quasi sempre associata all'idrossido di ferro.

Esaminando al microscopio laminette sottili tagliate nei

pezzi più perfetti, vi si scorgono gli elementi organici del fusto e della radice, secondo gli esemplari sottoposti alla osservazione.
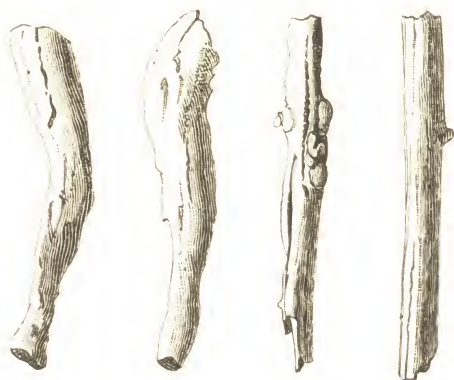
Fig. 15.

Frustoli di piante, convertiti in limonite: grand. nat.

Il fenomeno in virtù del quale si produce siffatta pseudomorfosi si può spiegare in vari modi, ed ecco a parer mio il più soddisfacente:

Le sabbie di Vado son pregne di particelle piritose, le quali, in contatto dell'aria e dell'umidità, si ossidano e generano solfato di protossido di ferro. Questo allo stato di soluzione o semplicemente diffuso nel terreno, in presenza dell'aria, passa allo stato di solfato di sesquiossido ed abbandona parte della sua base sotto forma di ossido idrato, che si deposita alla superficie delle pianticelle e, per assorbimento, penetra anche nei loro tessuti. Intanto, il vegetale, decomponendosi, esercita una azione riducente sul solfato, il quale si converte perciò in bisolfuro o pirite che si fissa negli organi della pianta, sostituendosi alle molecole organiche. Il bisolfuro di ferro che risulta dalla riduzione, perde contemporaneamente o posteriormente, sotto la influenza degli agenti esterni, il suo solfo, e, combinandosi all'idrogeno e all'ossigeno, si trasforma ancor esso in limonite; ma non comple-

tamente, giacchè, come si è detto, quasi tutti i frustoli contengono ancora pirite nella regione assiale.

Oltre a ciò, è anche possibile che l'anidride carbonica allo stato nascente, sviluppata dalle pianticelle in putrefazione, contribuisca a fissare il ferro, generando un carbonato instabile che si cangia tosto in idrossido.

Sistema miocenico.

Considerazioni generali.

Il sistema miocenico è in Liguria perfettamente distinto dalle formazioni più antiche, non escluse quelle dell'eocene superiore; ciò sopratutto per la natura litologica delle assise che ne costituiscono la base, le quali sono abitualmente conglomerati. Superiormente, presentando depositi di acqua salmastra e d'acqua dolce con gesso e lignite e fossili caratteristici, non può confondersi colle assise argillose schiettamente marine e spesso d'alto fondo del pliocene inferiore.

Secondo l'ordinamento del prof. Mayer che, più o meno modificato, è in uso presso la maggior parte dei geologi, il sistema miocenico si scinde, procedendo dal basso all'alto, nei piani tongriano, aquitaniano, langhiano, elveziano, tortoniano e messiniano. Ma i due primi sono così poco distinti l'uno dall'altro, che risulta per noi più naturale e di più facile applicazione, in questa parte, la suddivisione più antica del Pareto, il quale riuniva i depositi di cui si tratta nel suo piano bormidiano.

Non mancano dubbi avanzati anche circa la legittimità dei piani langhiano, elveziano e tortoniano [1]; ma si deve

[1] De Stefani C., *L'Apennino fra il colle d'Altare e la Polcevera.* Boll. della Soc. geol. ital., vol. VI, fasc. 3.° Roma, 1887.

però riconoscere che, se veramente si scorge qualche caso di compenetrazione dei succitati piani nel bacino di Vienna e forse nella regione apenninica, d'altra parte, la successione e sovrapposizione loro lungo la valle dello Scrivia, risultano così patenti e i caratteri loro distintivi si mostrano così spiccati, che l'incertezza non è più possibile.

A settentrione della ampia zona permiana compresa fra il Vermenagna e il litorale di Savona, zona frangiata, come si è detto, di assise triassiche, sono scaglionati sedimenti riferibili a vari piani del miocene e al quaternario. Il bormidiano inferiore, con potenti conglomerati, mollasse ed arenarie fossiliferi, che offrono alternanza più volte ripetuta di sedimenti d'acqua dolce e marina, riposa direttamente sul suolo triassico a Monastero di Vasco, Bagnasco, Millesimo, ed occupa i frastagli del gran promontorio serpentinoso, solcato dall'Erro, dall'Orba, dalla Stura e dal Gorzente.

Dopo il Lemme, la formazione di cui tengo discorso giace, a mezzogiorno, sull'eocene superiore del Genovesato fino a Rocchetta Ligure. Si trovano poi macchie bormidiane affatto isolate a Cadibona in campo permiano, a settentrione di Altare in campo parte permiano e parte triassico, a Santa Giustina e a Sassello in campo di serpentine e scisti antichi, tra il Tiglieto e Rossiglione in condizioni analoghe, a Savignone e al Monte Maggio, sulla destra della Scrivia, in campo eocenico.

A nord del confine del bormidiano inferiore, che passa presso Vicoforte, a monte di Ceva, a valle di Saliceto e presso Rocchetta Cengio, Cairo Montenotte, Brovida, Merana, Montechiaro, Cartosio, Cassinelle, Ovada, Lerma, Carrosio, Arquata, giacciono sedimenti attribuiti al bormidiano superiore, detto aquitaniano, da alcuni autori, [1] come pure al langhiano

---

[1] Il nostro bormidiano inferiore fu ascritto dai geologi ora al tongriano, ora all'aquitaniano, risultandone erronei apprezzamenti circa il significato di alcuni fossili caratteristici.

e all' elveziano. L' aquitaniano, poco distinto dal piano sottoposto, si presenta con banchi arenacei e marnoso-arenacei, assai uniformi, che bene spesso contengono residui di piante terrestri.

Non pochi geologi comprendono, sotto il nome di oligocene, il bormidiano e il liguriano, perciocchè il concetto di siffatto gruppo, interposto fra il miocenico e l' eocenico, quadra colle condizioni stratigrafiche dei terreni terziari della Germania settentrionale.

Presso di noi, il bormidiano superiore, ha maggiori affinità litologiche col langhiano che col bormidiano inferiore, ma, in ordine ai fossili, si accosta più a questo che a quello. D' altra parte, tra i conglomerati e le arenarie del primo da un lato, e i calcari e scisti del liguriano, dall' altro, v' ha un *hiatus* profondo, non solo nelle rocce e nei fossili, ma ancora nella stratigrafia. Le assise liguriane sono ripiegate, contorte, spezzate nei modi più capricciosi in tutti i monti della Liguria orientale ed occidentale; mentre le bormidiane, salvo alcuni casi affatto eccezionali, si presentano orizzontali o poco inclinate. Le seconde si vedono poi giacenti sulle prime, con spiccata discordanza, al promontorio di Portofino, nonchè presso Ronco e Voltaggio.

Il valore di queste osservazioni d' indole generale, che già furono esposte più volte da me e da altri, non è menomato dalla analogia e dalle concordanze che il Sacco segnalava testè tra le assise superiori dell' eocene e le inferiori del bormidiano nel Tortonese e propriamente in alcuni punti compresi fra San Sebastiano Curone e la Borbera. Ciò tantopiù che questo autore avverte come ivi compariscano strati di calcari ed arenarie che costituiscono *la parte superiore* del liguriano « *od anche un piano a parte, modeniano, come giustamente propone Pareto* ». Orbene, si è appunto l' abituale mancanza dell' orizzonte modeniano che induce gli accennati caratteri distintivi.

Miocene superiore.

Lembi messiniani e tortoniani. — La formazione messiniana si presenta lungo il versante settentrionale dell'Apennino con lembi non molto estesi, giacenti su terreni più antichi. Prescindendo dai dintorni di Mondovì, la Morra, Guarene, che sono lontani dal campo delle mie investigazioni, essa costituisce una zona continua dal Belbo alla Scrivia, passando per Nizza Monferrato, Alice, Montaldo Bormida, Castelletto d'Orba e passa alla riva destra della Scrivia, a Carezzano superiore e inferiore. D'ordinario, è rappresentata da conglomerati ciottolosi e ghiaiosi, con sabbie e marne giallastre intercalate, da marne nerastre, raramente bituminose, da banchi e lenti gessosi fra marne giallo-grigiastre e azzurrine, da mollasse fossilifere ecc.

Alla parte superiore, il deposito ha i caratteri di formazione d'acqua dolce o salmastra e ricetta piccoli strati di lignite. Il Mayer e il Sacco vi segnalarono buon numero di fossili, appartenenti ai generi *Dreissena*, *Adacna*, *Cyrena*, *Neritina*, *Melanopsis*, *Melania*, *Hydrobia*. Alla parte inferiore, esso assume piuttosto i caratteri di sedimento marino e si distingue per la sua fauna quasi schiettamente pliocenica. Gli strati sono talvolta ondulati, ma non contorti.

Nel Tortonese e nell'alto Monferrato, le assise di questo piano raggiungono appena, secondo Mayer, 250 m. di potenza, ma la loro spessezza si accresce assai in altre parti del Piemonte.

Un'altra zona messiniana si trova, del pari fuori dei confini convenzionali adottati per la Liguria, sulla riva sinistra della bassa valle di Magra ed emerge in varii punti sotto un potente deposito di conglomerato pliocenico col quale venne confusa. Questa zona è precipuamente conosciuta mercè i lavori eseguiti per l'escavazione della lignite nelle miniere di Caniparola e Sarzanello. Capellini illustrò una sezione del giacimento, da lui veduta in quest'ultimo punto, e diede

l'elenco particolareggiato di 46 strati d'argilla, conglomerato, sabbia e mollassa [1] che furono attraversati da una delle gallerie, prima di raggiungere alcune assise di scisto argilloso nerastro, con lignite interposta. Ivi il deposito avrebbe una potenza di circa 170 m. e riposerebbe sull'alberese.

A Bellaso, a settentrione di Sarzana, si può vedere in una cava aperta per l'estrazione di terra da mattoni che il conglomerato pliocenico riposa in discordanza sull'argilla miocenica. Questa è bigia, omogenea, presenta grossi strati diretti da N.O. a S.E., con pendenza verso S.O. e inclinazione di circa 15°; mentre il conglomerato sovrapposto è quasi orizzontale.

Il prof. Capellini fece conoscere alcune specie di fossili. rinvenute nel giacimento lignitifero di Caniparola e Sarzanello in Val di Magra, il quale si riferisce al piano più elevato del miocene, vale a dire al messiniano. Nel numero è rappresentato con certezza un solo mammifero, cioè un tapiro, affine al *Tapirus Hungaricus*, di cui non si conservarono che cinque denti. Si vuole che una mandibola di scimia ed un osso lungo, della medesima provenienza sieno andati perduti. I molluschi sono: *Dreissena Deshayesi*, paludinidi, ciclostomidi, limnee ed elici indeterminati. A questi si aggiungono parecchie filliti, denominate da Heer, il quale descrive come nuove il *Quercus Capellinii*, il *Celastrus Capellinii* e il *Phyllites Sarzanellanus*.

Il tortoniano si manifesta lungo il versante settentrionale del nostro Apennino con potenti banchi di marne azzurrastre e tenere, la cui fauna è schiettamente marina e somiglia a quella del piacentino, presentando però un carattere più decisamente tropicale, che le è impartito dalle numerose *Pleurotomidae*, *Cancellaridae* e *Muricidae*, da parecchie specie

---

[1] Gli strati d'argilla sono in complesso più potenti di quelli d'altre rocce.

di *Ancillaria*, dai generi *Clavella* ed *Eburna*, da grandi *Cardita* ecc. A Sant' Agata, nel Tortonese, i residui organici, principalmente conchiglie, sono talmente copiosi da giustificare l' aggiunta del vocabolo *fossili* all' antico nome del comune, a titolo distintivo.

Al rio di Bocca d'Asino, presso Stazzano, la roccia riferibile a questo piano assume per eccezione forma di conglomerato ghiaioso, poco tenace e di sabbione ad elementi serpentinosi. Ivi, oltre a svariate conchiglie, coralli e briozoi, si raccolsero parecchi denti di pesci (*Carcharodon megalodon*, *Lamna cuspidata*, *Oxyrhina hastalis*, *Chrysophrys cincta*).

La natura del giacimento, dal punto di vista litologico, e i segni di fluitazione che si osservano in molti dei suoi fossili accennano ad un deposito litorale.

Le stratificazioni riferibili a questo piano (come quelle pertinenti al sovrapposto) presentano tutte, lungo l'Apennino, lieve immersione verso settentrione. La loro potenza raggiunge, secondo Mayer, 1200 metri; ma questa cifra deve considerarsi come approssimativa.

Miocene medio.

Lembi elveziani e langhiani transapennini. — Il miocene medio si estende con due zone successive più o meno ampie; la prima di elveziano, la seconda di langhiano, nelle valli del Tanaro, delle Bormide, della Scrivia, nonchè nel Monferrato e nel Tortonese. Nella valle del Tanaro, il piano langhiano è ridotto, per alcuni tratti, a sottilissima striscia e per altri viene a mancare, trovandosi l' elveziano direttamente sovrapposto alle assise del miocene inferiore.

Il confine meridionale del miocene medio si trova, sulla riva destra della Scrivia, presso Vignole Borbera; sulla sinistra, tra Arquata e Serravalle; fra il Lemme e l'Orba, passa presso la Centuriona al nord di Carrosio, ad Alice, a nord di Mornese e Tagliolo; fra l'Orba e la Bormida, corre a nord di Ovada, presso Trisobbio e Morsasco; continua da

quel punto, lungo la Bormida, passando presso Acqui, Terzo, Bistagno e Monastero, piega alla destra del fiume poi alla sinistra, mantenendosi a breve distanza da esso, nelle vicinanze di Gorzegno e Monesiglio e quindi si porta a Sale, e di là presso Ceva sul Tanaro e a S. Michele di Mondovì sul Corsaglia.

Secondo i lavori di Mayer, il piano elveziano, che si presenta in condizioni propriamente tipiche nella valle della Scrivia, si può scindere colà in tre sottopiani. Il superiore offre conglomerati e calcari a nullipore (questi visibili nella sponda destra della Scrivia) ed è limitato in alto da un assisa contenente molte grosse *Lucina*; il medio è costituito da una mollassa generalmente giallastra, ricca di fossili presso Serravalle e nel basso Monferrato, la quale in certi tratti si converte in calcare (è il sottopiano seravalliano di alcuni geologi); l'inferiore, essenzialmente formato di assise marnoso-scistose, dure, con pteropodi (segnatamente *Vaginella* e *Cleodora*) e di marne azzurre, tenere, con *Limopsis aurita*, è il più potente, perciocchè misura non meno di 300 o 400 m., mentre il precedente ha poco più di 200 m. di spessezza e il superiore appena raggiunge i 100; vi si osservano numerose alternanze di banchi sabbiosi e marnosi.

Questo piano somministra fossili in molti punti, fra i quali citerò le adiacenze del Castello Rotto di Serravalle, il Rio Tana dei Tassi e il Crosio presso Stazzano. Dal primo ebbi principalmente spoglie di *Cidaris* (*C. hirta*, Sism., *C. Avenionensis*, Desm., *Echinus parvus*, Mich.), *Pentacrinus Gastaldii*, Mich. (fig. 16 e 17).

Fig. 16.
Articolo di *Pentacrinus Gastaldii*.
grand. nat

Fig. 17.
Radiolo di Cidaris Avenionensis
grand. nat.

Rispetto al piano langhiano, il quale non è rappresentato,

per quanto mi consta, nella Liguria Marittima, essendo scarse le mie osservazioni personali, credo opportuno trascrivere testualmente un cenno tolto a prestito dal Mayer [1]:

« Il secondo piano neogenico, il langhiano di Pareto [2], rappresentato, per imitazione del colore della roccia, da una striscia azzurra assai pallida che attraversa la mia carta, offre un contrasto abbastanza forte col suo predecessore. È da prima, è un deposito affatto marino ed anzi sempre di mare profondo e a fauna pelagica; è poi costituito da un estremo all'altro del mio territorio e dal basso all'alto del suo spessore da banchi singolarmente omogenei d'una marna calcare d'un azzurro chiaro uniforme, tenera, alternativamente scistosa e più compatta, nodulosa e più o meno fortemente stratificata. Infine, e conformemente alla natura poco resistente della roccia, esso forma delle colline più basse che i due piani che lo racchiudono, ed è ad esso in particolare che sono dovute le due valli longitudinali della Bormida e del Belbo medii.

« Povero generalmente di fossili, e sembrando anzi a tutta prima non contenerne punti, il langhiano ne racchiude tuttavia in abbondanza a tutti i livelli, ma a ietti o nidi sparsi e in generale di piccola mole. Le specie più comuni sono pteropodi, cioè delle Vaginelle, delle Cleodore o *Balantium* e delle Hyalee, e inoltre la *Ostrea neglecta*, la *Cassidaria vulgaris* e la *Aturia Aturi*.

Invano ho cercato di distinguere a mezzo di fossili i tre

---

[1] *Studi geologici sulla Liguria centrale* Boll. del R. Comit. geol. anno 1877, n. 11 e 12.

[2] « Così chiamato dalle *Langhe*, catena di elevate colline dell'alto Monferrato, di cui forma in parte la base. È il mio antico magonziano nome infelice ed improprio. Ridotto alle marne tenere a pteropodi, il langhiano corrisponde esattamente ai tre *faluns* successivi del Moulin de l'Église, del Moulin de Lagus e di Pontpourquey, del ruscello di Saucats (Gironda) e allo *Schlier* colla sua *facies* litorale, del bacino di Vienna (il *primo piano mediterraneo* dei geologi austriaci). »

sottopiani nei quali si suddivide nell'Aquitania, sulla costa provenzale e nell'alta Baviera; tutto quello che ho potuto fare è stato di constatare l'abbondanza dell'*Ostrea neglecta*, (come a Ponpourquey) e del *Balantium pulcherrimum*, e la presenza della *Carinaria Paretoi* negli strati superiori, in compagnia di un maggior numero di specie di gasteropodi che più in basso.

« Quantunque estremamente ridotto a paragone dell'aquitaniano, specialmente nella parte occidentale della carta, dove quest'ultimo è così straordinariamente sviluppato, il langhiano occupa non meno anch'esso una larghissima superficie. La sua zona misura infatti tre chilometri di larghezza tra Serravalle e Arquata, quattro chilometri in parecchi punti più ad ovest, cinque almeno ad Acqui e più di sei a Terzo. Ora, siccome i banchi s'immergono ovunque verso nord sotto un angolo variabile, è vero, ma di circa venti gradi in media, il loro spessore massimo può perfettamente essere valutato a millecinquecento metri, che è certamente una bella cifra per un deposito di alto mare ».

Per l'arenaria fina, omogenea, di color cinereo di cui è costituito, pei fossili mal conservati, ma caratteristici, che vi si incontrano, il suolo dei dintorni immediati della città di Acqui può addursi a tipo di questo piano.

Pietra di Finale. — Sugli strati ripiegati e contorti della formazione triassica, nel Finalese, giace un deposito miocenico assai più regolare, quello della così detta *pietra di Finale* che io ascrivo al piano elveziano.

Dalla sovrapposizione di calcari terziari, in strati orizzontali o quasi, ad altri verticali od obliqui di calcari dolomitici e scisti antichi, dipende in gran parte [1] la disposizione

---

[1] Dico in gran parte, perchè anche le spaccature verticali prodottesi nei calcari e la loro permeabilità ebbero molta influenza nella formazione delle valli incassate, e quindi nella configurazione dei rilievi.

tabulare di gran parte dei monti del Finalese, la quale ricorda il tipo orografico della Svizzera sassone e in piccola scala anche l' *amba* abissinica. Siffatta disposizione è ben manifesta nella Rocca di Perti e nel Monte Pianarella in val d' Aquila, nonchè nella Rocca del Corno (1) in val di Pia.

Per effetto del diverso grado di resistenza all' azione degli agenti esterni e del diverso modo d' erosione del terreno sottoposto e del sovrapposto, il secondo suol essere tagliato a picco, mentre il primo costituisce una scarpa a pendio più o meno inclinato, secondochè la roccia è calcare o scisto; nel primo caso vi ha d' ordinario maggior ripidezza.

Anche da lontano, si distinguono le due formazioni per la discordanza dei loro strati, pel diverso colore e sopratutto perchè la pietra di Finale suol essere arida e nuda, mentre gli scisti sottoposti (quando si tratta di scisti) accolgono vigorosa vegetazione arborea e i calcari stessi non sono il più delle volte destituiti di piante. Altro criterio distintivo, che facilmente si può mettere in pratica a distanza, sta in ciò che, essendo la formazione terziaria permeabile, a differenza degli scisti e dei calcari del trias, ne segue che, lungo il piano di contatto fra i due terreni, gemono copiosi stillicidi e scaturiscono piccole sorgenti che alimentano erbe e cespugli visibili anche da lontano.

Dalla minor consistenza degli strati inferiori della formazione terziaria, rispetto ai superiori, deriva il fatto che bene spesso si presenta tagliata a picco ed incavata alla base. Le incavature sono ben sovente estese caverne; tal' è quella di Pollera o di Pian Marino, situata presso le case di Montesordo, tali sono le tre grotte che si aprono nella Rocca del Corno in riva al Rio dei Ponci, le due grandissime del Bricco dei Pirenei (nella carta topografica dell' Istituto mili-

---

(1) Sulla carta topografica dell' Istituto militare (foglio di Finalborgo). Rocca di Corvo.

tare, Bricco Spaventaj), quella dell'Arma, dalla quale il villaggio omonimo trae il suo nome (*arma* in vernacolo significa grotta) ed altre moltissime che reputo qui superfluo il descrivere.

Tutte queste grotte furono scavate entro materiali calcarei od arenacei, secondo ogni probabilità per opera di torrenti e di ruscelli che si aprirono una via attraverso la roccia tenera, quando le valli erano assai meno profonde che non attualmente. In qualche caso, le acque circolanti sotterra contribuirono ad estendere le fenditure già aperte per effetto delle oscillazioni del suolo. In quasi tutte le dette caverne, per esempio in quella del Rio, sul ruscello detto La Valle, presso le case di Montesordo, in quella delle Fate, presso Manie sul Rio dei Ponci, si osservano depositi alluviali con ciottoli; eppure la prima è situata a 30 metri sopra il livello del torrente e la seconda a più d'un centinaio. Da quanto precede, come pure dai fossili rinvenuti in esse caverne, emerge che la formazione loro deve risalire ai tempi più remoti dell'èra quaternaria; cioè ad un'epoca nella quale il sistema idrografico del paese era appena abbozzato.

La pietra di Finale costituisce una pila di grossi strati regolarissimi, adagiati sul dorso delle colline triassiche, con lieve inclinazione verso mezzogiorno (segno che anche dopo la sua formazione il sollevamento continuò ad esercitarsi con maggiore intensità a nord che a sud) e con sensibile pendenza della periferia del bacino miocenico verso il centro di esso.

Questo terreno si presenta con due isole. La maggiore, che è la più orientale, ha all'ingrosso la forma di un'ovale irregolare, a contorni assai frastagliati, diretto coll'asse principale da ponente a levante; la sua maggior lunghezza, misurata fra Campogrande, presso Calice, e il suo confine orientale, che passa presso l'Arma, è di circa 5800 metri; la sua larghezza massima, fra Costa (presso Orco), al nord, e la Cappella di S. Bernardino, sopra Finalmarina, al sud, non supera i 3700. Lungo il limite meridionale della formazione,

ai due rami del torrente di Pia e alla valle dell'Aquila, corrispondono tre profonde insenature; finalmente, vi si connette, verso sud-est, un lembo quasi isolato, il quale comprende il poggio tabulare denominato Rocca di Perti. Questo lembo misura circa 1100 metri di lunghezza per 700 di larghezza. Sopra Verzi, di contro alla Rocca del Corno, vi ha pure un piccolissimo frammento della medesima formazione che sembra distaccato dalla massa principale.

La seconda grande isola di cui ho fatto cenno si estende sotto la forma di striscia diretta da S.E. a N.O., fra la vetta del monte Caprazoppa, sopra il capo dello stesso nome, e le prime case di Brassale, con lunghezza poco superiore a 2 chilometri e larghezza di 6 a 700 metri.

La pietra di Finale tipica, quale si trova nelle cave superiori di Verezzi, è un calcare grossolano, cristallino, aspro al tatto, di color rossastro traente al bruno chiaro, o al rosso. Il suo peso specifico, negli esemplari di media compattezza, è di circa 2,17: suol essere piuttosto tenace e, prescindendo dai minerali accessori che vi sono contenuti, la sua durezza si mostra uguale o superiore a quella degli altri calcari cristallini. Ha frattura granosa, ineguale; alitandovi sopra, emana odore terroso. Cogli acidi, fa lieve effervescenza e si scioglie solo in parte. Sotto la lente, o meglio al microscopio, presenta un aggregato di piccole concrezioni cristalline di calcite che lasciano tra loro vacui irti di cristalli ed accludono granuli di quarzo cristallino, di feldispati plagioclasi, laminette di mica e di talco, scagliette di clorite ed altri minerali, provenienti indubbiamente dalle rocce triassiche sottostanti. In altri esemplari, si vedono acclusi in esso calcare, anche ad occhio nudo, frammenti di calcare dolomitico bigio, di quarzo, talcoscisto, cloritescisto, ecc. Si trovano in questa pietra denti di pesce fossili non rari.

Alla parte media della massa di Verezzi, la roccia si mostra tutta sparsa di grossi vacui tappezzati di concrezioni calcari, come cariata, ed acclude molti fossili, specialmente grossi pettini e clipeastri, ridotti per lo più alla condizione

di modelli interni, talchè, per questo complesso di caratteri, ricorda la panchina livornese. I frammenti di roccia contenuti in tale varietà si fanno talvolta più voluminosi, raggiungendo le dimensioni di piselli e perfino di nocciuole e tutti sono più o meno arrotondati. Da questa si passa ad un vero conglomerato (di cui raccolsi alcuni campioni presso le case inferiori di Verezzi), il quale ha poco sviluppo.

In altri punti, come alla Rocca del Corno, al Bricco Reseghe ed anche presso Verezzi, la struttura della pietra di Finale si fa decisamente arenacea, con proporzionale diminuzione del calcare. Ivi la roccia assume bene spesso una *facies* rubiginosa e contiene fossili che sono principalmente piccoli pettini e terebratule.

A Brassale, la roccia si converte in una arena calcare e quarzosa, quasi sciolta, di color giallastro, con scarso cemento. Altrove, per esempio a settentrione di Finalmarina, essa acquista l'aspetto di un calcare eminentemente poroso e cavernoso, essendo tutta cosparsa di vacui irregolari dovuti, io credo, non già al suo modo di formazione, cioè non ad una rapida precipitazione per via chimica della materia calcare, ma all'azione delle acque piovane ed alluviali. Questi vacui sono in parte occupati da terra rossa.

Nella valle dell'Aquila, la roccia prende un color più chiaro, bianco giallastro o roseo, contiene minor copia di elementi estranei e diventa più omogenea, più fragile e cristallina.

Tale è la varietà che si estrae dalle cave di Sanguineto, la quale è minutamente vacuolare e presenta tessitura saccaroide. A differenza della pietra di Verezzi, fa viva effervescenza cogli acidi. In fatto di fossili, non vi si rinvennero che denti di squali.

Passando a trattare del lembo principale della formazione che ho impreso a descrivere, osserverò in prima come, al suo confine meridionale, sotto Costa (val di Pia), essa sia sovrapposta a scisti triassici verdi, pieghettati con vene ed interposizioni di quarzo, scisti quasi verticali. Ove l'incli-

nazione loro è manifesta, questi strati pendono a N.E. e più innanzi ad E.

Risalendo il burrone che è compreso fra il Bricco Reseghe (di m. 291), e il Monte Tola, si trovano pure scisti verdi inclinati a N.E. e, sopra, la formazione terzaria, in strati presso a poco orizzontali, rappresentata da un sabbione giallo, mal cementato, poi da calcare grossolano giallastro, con piccoli pettini e, superiormente, da un calcare di color rugginoso, senza fossili, tutto cariato e bucherellato, che ricorda nello aspetto certi travertini. Il contatto è situato a 170 m. sul livello del mare; da che si argomenta che la potenza della massa terziaria sia qui superiore a 120 m. Più a monte, lungo il torrente di Pia e lungo i due rami del medesimo che si uniscono di contro alla Rocca del Corno, la roccia terziaria, quasi sempre sovrapposta al calcare dolomitico anziché agli scisti, presenta all' incirca i medesimi caratteri, senonchè lungo il sentiero che conduce a Portio, ove questo si scosta dal torrente per assumere più rapida pendenza, presenta alla sua parte inferiore, che riposa sul talcoscisto, una breccia a grossi elementi di rocce triassiche, collegati da sabbia grossolana, poi, sopra la breccia, strati di calcare strapiombanti, perchè incavati alla base, sotto i quali le acque filtranti depositarono una concrezione nerastra, che circoscrive un gran numero di cavità poliedriche, grosse tutt' al più come il pugno, a guisa di favo gigantesco.

Nell' ultimo tratto della valle dell' Aquila, la pietra di Finale si vede sovrapposta al calcare, poi, a monte della villa Sanguineti, sopra scisti talcosi o cloritici, i quali appariscono ora verticali, ora obliqui, ora orizzontali.

Di contro ad un burrone che si apre sotto Cia, la detta formazione, che si trova a pochi metri sul livello del torrente, si presenta, lungo la via maestra, sotto forma di arena limacciosa bigia, quasi sciolta, in straterelli orizzontali; superiormente, questa roccia passa alla condizione di marna arenacea, mentre, al di sotto, nel letto del torrente, si converte, per breve tratto, in conglomerato ad elementi calcarei

che ricorda quelli di Portofino e di Celle; il conglomerato riposa direttamente sul calcare triassico.

La seconda massa della formazione di cui si tratta si può agevolmente studiare sul Monte Caprazoppa, di cui costituisce la vetta. Muovendo dalla stazione di Borgio-Verezzi, nella direzione di quest'ultimo comune, si osserva da principio, sul fianco del Monte Caprazoppa, il calcare triassico, il quale all'esterno è bigio cenere (internamente di color più cupo e traente all'azzurro), scabro, cavernoso, inciso superficialmente da piccoli solchi, per corrosione, talchè sembra a tutta prima fissurato. Poco lunge, si escava per fabbricar calce una varietà della medesima roccia con vene bianche e tinta più intensa.

Sotto le prime case di Verezzi, a circa 110 metri sul livello del mare, si incontrano le testate degli strati più bassi di pietra di Finale. Questi sono costituiti da un conglomerato di ciottoletti quarzosi e calcarei non più grossi di noci, agglutinati da un cemento calcareo di color rugginoso; ivi non si vedono fossili. Un po' più in su, la roccia si converte nella arenaria calcare, poco tenace, già descritta o pure in un calcare arenaceo che acclude molti piccoli *Pecten Gentoni*. Ancora più in alto, il cemento che agglutina gli elementi dell'arenaria assume struttura concrezionata, tinta bruno-rossastra e maggiore tenacità, sicchè la roccia, diventando più dura e in pari tempo cavernosa, ricorda, come dissi, certe panchine. In questa varietà si trovano di preferenza grossi modelli di *Pecten*, riferibili alla nuova specie *Finalensis* e modelli di *Clypeaster*. Finalmente, alla parte superiore della collina, la pietra assume grana assai minuta, si fa più compatta ed omogenea e in alcune località diventa propria agli usi di materiale architettonico. I suoi fossili più comuni sono denti di squali. Questa e il calcare arenaceo di cui sopra costituiscono la pietra di Finale propriamente detta, della quale già esposi i caratteri.

Al livello dell'arenaria calcare spetta una varietà tutta costituita di detriti di pettini non suscettibili di determina-

zione, varietà di cui si trovano molti pezzi caduti lungo il versante meridionale del monte, sulla duna delle Arene Candide.

Conviene però avvertire che fra un punto e l'altro, anche allo stesso livello, varia molto la struttura e la consistenza della roccia, e che si danno tra i tipi sopra descritti numerosissimi termini intermedi.

Il punto più basso in cui io abbia osservato il calcare di Finale, in questa massa, è situato, come dissi, a circa 110 metri sul livello del mare, presso Verezzi; il punto più alto, nella medesima, corrisponde alla torre di Bastia, segnata nella carta a 324 metri. Parrebbe che la differenza fra le due cifre dovesse esprimere la potenza della formazione; ma ciò non è, a causa delle anfrattuosità e sporgenze del calcare triassico sottoposto e per le ineguaglianze (assai minori) della superficie superiore del calcare terziario. Questa potenza, laddove si può direttamente misurare sulle testate degli strati, non supera i 60 metri.

Al di sotto della torre di Bastia, la porzione inferiore della pietra finalese si converte in pura arena calcarea e quarzosa, quasi sciolta, di color bianco giallastro, arena escavata per usi edilizi. Ivi, nei muri di sostegno dei campi, veggonsi rappresentate le rocce che sono proprie alla base del calcare dolomitico del trias in Liguria, cioè scisti quarzosi, quarziti, conglomerati quarzosi; indi, a poca distanza, cioè sotto le prime case di Brassale, compariscono per breve tratto, le stesse rocce in posto, in strati contorti, susseguite da talciti e cloritescisti, che si possono osservare fino a Gorra ed oltre.

Dalla forma litologica della pietra di Finale e dai suoi fossili, apparisce che essa è deposito litorale e d'acque basse. Questo deposito, ora cavernoso, ora cristallino, ora arenaceo o puddingoide, è quasi sempre cementato da calcite ed aragonite concrezionate e commiste a materiali ocracei. Allorchè la roccia è clastica, i suoi elementi sembrano indigeni, tolti cioè alla formazione triassica di quel territorio e consistono principalmente in calcari dolomitici, quarziti, scisti cloritici

e talcosi, gneiss, ecc. Anche le materie ocracee potrebbero provenire dalla medesima formazione, vale a dire da scisti ferruginosi che abbondano in quel di Gorra.

Talvolta, il materiale cementante e concrezionato è tanto copioso da escludere quasi tutti gli altri, come può vedersi, per esempio, in qualche punto della val d'Aquila e presso Verezzi; la roccia acquista allora la struttura e l'aspetto d'un travertino o se si vuole d'una panchina, che così si preferisce denominare il travertino generato in seno alle acque marine. E come potrebbe spiegarsi una tal condizione? A parer mio, mediante le tre seguenti ipotesi:

1.° Il deposito si formò in seno ad un mare entro il quale si produceva un precipitato chimico di carbonato di calcio.

2.° Nelle acque marine in cui si depositava la pietra di Finale scaturivano sorgenti calcarifere, d'onde, parimente, precipitazione del medesimo sale sotto forma di calcite o aragonite.

3.° Dopo emerse le stratificazioni della roccia di cui si tratta, essa acquistò la struttura concrezionata che la distingue per cause estrinseche od intrinseche.

Il fatto che la struttura concrezionata manca in alcuni tratti della formazione rende a parer mio inverosimile la prima ipotesi. Oltre a ciò, mi pare che la proprietà incrostante delle acque marine non sarebbe stata guari compatibile colla copia di molluschi e di echinodermi della quale fanno fede i fossili.

A favore della seconda ipotesi militano la copia d'ocra rossa commista agli altri materiali del deposito, ocra che potrebbe essere termogene, la struttura cavernosa del medesimo, le geodi d'aragonite che contiene, la circostanza che poco lunge, presso Pino, e in altri punti, sgorgano tuttora acque incrostanti, con produzione di travertino [1]; ma d'al-

---

[1] Si veda in proposito il capitolo intorno alle acque minerali.

tra parte, mancano osservazioni circa i condotti che sarebbero stati percorsi da tali acque prima di raggiungere il fondo marino.

Anche la terza ipotesi merita di essere tenuta in molta considerazione, tanto più che non richiede l'intervento di fenomeni diversi da quelli che attualmente si producono nel paese. Infatti, se si osserva che la pietra di Finale è generalmente permeabile, che le acque piovane e sorgive da cui è attraversata sciolgono parte del suo carbonato di calcio (massimamente quando queste acque contengono in soluzione anidride carbonica sottratta alla terra vegetale) per depositarlo poi più lunge, sotto forma concrezionata; se si osserva che alla superficie della formazione abbondano le forme cavernose, alveolari, cariate che attestano la solubilità della roccia, mentre in regioni più profonde si ha bene spesso la struttura concrezionata; se si consideri che nelle numerosissime caverne del calcare finalese riesce palese da un lato l'azione dissolvente delle acque circolanti e dall'altro l'azione incrostante delle medesime, parrà ben legittimo il supporre che la struttura concrezionata della roccia sia dovuta, almeno in parte, ad un fenomeno idrico e cristallogenico posteriore alla sua formazione.

Fin dal 1781, un celebre naturalista italiano, Lazzaro Spallanzani, fissava la propria attenzione sulla pietra di Finale ed osservava con meraviglia la copia straordinaria delle conchiglie che essa ricetta. « Oltre ai testacei che quivi si conservano interi, scriveva [1], se con lente si esamini la pietra componente quei monti, trovasi in tutto o quasi in tutto risultare da un minutissimo tritume e disfacimento di essi. E questa pietra *lumachella*, per essere compatta anzi che no, serve in quei paesi per le fabbriche private e pub-

---

[1] *Memorie di matematica e fisica della Società Italiana*, tomo II, p. 881-869. Verona, 1784.

bliche, e si estrae da una montagna vicina al Finale, nella quale sono le cave. Ho esaminate queste cave che sono antichissime, e che si profondano nel seno del monte, e le reputo meritevoli d'essere con qualche dettaglio descritte. Credereste? Tutto il Finale formato di due lunghe borgate, tutti i villaggi circonvicini, una porzione della città di Genova, per le osservazioni da me fatte, non sono in massima parte fabbricati che di questa pietra, che è quanto a dire di testacei. E riflettere che ad onta dei tolti tanta è la immensità dei testacei che rimangono, che sembra essere stato levato da un gran monte un granello di arena. Ma voi facilmente sarete curioso di sapere da me quali sono le specie di questi testacei fossili, e sicuramente la mia risposta vi sorprenderà, quando io vi dico, ridursi tutti a una specie sola, che parte intiera, e parte ridotta in minuzzoli, compone tutta quell'estensione di montagne, senza che trovato io vi abbia mai frammischiato verun altro testaceo o crostaceo, malgrado le più minute mie diligenze nello esaminare questa pietra. Di questa sola specie di pettine sono adunque formate in massima parte le fabbriche del Finale, quelle dei paesi circonvicini e non poche di quelle di Genova. Ma come mai una specie sola di conchiglia, che è di origine marina, si è potuta unire in numero sì prodigioso, sì immenso, che appena ce lo possiam figurar col pensiero? E più ancora crescerà in voi lo stupore s'io vi dirò essere questa fatta di conchiglia viva del tutto sconosciuta a pescatori del mare Ligustico, e di quel di Provenza. Lascio alla vostra mente il meditare su questo astrusissimo fenomeno, che finora mi sembra unico fra i tanti riferiti dai naturalisti intorno ai corpi *marino-montani* ».

Brocchi fa menzione parimente della pietra di Finale, « che si adopera in Genova in lavori usuali di scalpello, e che è impastata di una quantità di gusci di pettini ». Egli soggiunge che si presenta alcune volte sotto sembianza tufacea; ma, essendo di molto antica data, differisce dai più moderni tufi « per aver un grado maggiore di compattezza

e per essere alquanto brillante nella frattura: qualità che sono una conseguenza di quella forza di aggregazione e di cristalizzazione più intensa nel periodo in cui essa è stata formata, di quello che fosse nei tempi consecutivi ([1]) ».

Agostino Sasso, cui si deve il primo studio accurato intorno ad un giacimento fossilifero della Liguria (quello di Albenga), riferì la pietra di Finale all'orizzonte medio della formazione d'Albenga, rappresentata da un'arenaria a cemento quarzoso. Pareto e Sismonda abbracciarono la medesima opinione, ascrivendo la nostra pietra al pliocene.

In ordine alla determinazione cronologica della pietra di Finale, è da osservarsi da prima che essa si discosta moltissimo, sotto il punto di vista litologico, dalla formazione miocenica inferiore; i suoi strati, inoltre, non sono ripiegati o molto inclinati come quelli del conglomerato miocenico, i quali, sopra Santa Giustina, pendono perfino di 35° sull'orizzonte e raggiungono un'altitudine di metri 665, cui non pervengono, nell'Alta Italia, i sedimenti marini meno antichi ([2]).

Nulla vi ha di comune del pari tra il calcare finalese e le formazioni del bormidiano superiore e del langhiano, (che hanno tanto sviluppo nella regione ligure-piemontese, lungo il piovente settentrionale degli Apennini), come pure tra esso e i depositi, meno prossimi, del tortoniano e del messiniano.

Maggior somiglianza, non però identità, si osserva fra la nostra formazione e certi tratti dell'elveziano, il quale, poco lunge dalla Liguria marittima, nella valle della Scrivia, presenta, come si è detto, conglomerati, calcari conchigliferi e mollasse giallastre, contenenti presso Serravalle numerosi fossili, massime echinodermi e denti di squali.

Le sabbie e ghiaie del pliocene superiore assumono tal-

([1]) *Conchiologia fossile subappennina*, ediz. II, vol. I, pag. 339 Milano, 1843.

([2]) Accenno qui ad un punto prossimo al mare, chè al Monte Cravi, in val di Vobbia, l'altitudine del conglomerato supera 990 metri.

volta un abito concreto e rubiginoso che ricorda quello della formazione di cui tengo discorso; così, per esempio, presso Albenga, ma si tratta di apparenza ingannevole, perciocchè la pietra di Finale ricetta parecchi fossili e segnatamente due *Pecten* ed un *Clypeaster*, mancanti affatto al pliocene e indubbiamente più antichi, perciocchè nel pliocene dell'Italia superiore e media non si danno le forme litologiche descritte poco fa come proprie alla pietra di Finale.

Per concludere, emerge dai documenti raccolti che questa roccia non appartiene al pliocene, come supposero i miei predecessori, ma ben piuttosto al miocene. E siccome il *Pecten Gentoni*, Fontannes, in essa comunissimo, è fossile peculiare all'elveziano e il *Clypeaster Michelottii*, Ag., trovato a Perti, è specie pur caratteristica del medesimo piano, a questo si deve riferire la formazione di cui si tratta. Gli altri fossili, i quali furono già tutti o quasi tutti incontrati nelle assise del miocene medio, avvalorarono siffatta conclusione.

Miocene inferiore.

Estensione e caratteri — Il piano bormidiano costituisce la zona più estesa e più prossima al mare fra quelle di cui si compone la formazione miocenica lungo il piovente settentrionale dell'Apennino. Essa può seguirsi senza interruzione dalla valle del Corsaglia, a ponente, fino al di là di quella della Staffora, a levante, per ricomparire nelle valli del Tidone e della Trebbia; a nord e nord-est, si protrae verso l'arteria padana, dalla quale la dividono altre zone meno antiche, interposte.

Numerosi lembi, che sembrano spiccati da questa zona, si trovano, come ho detto, più o meno prossimi al suo margine meridionale e la collegano con altri, situati sul versante meridionale ed anche in riva al mare.

Il confine della formazione bormidiana verso mezzogiorno, cioè la linea lungo la quale essa trovasi manifestamente sovrapposta ad altre più antiche è sempre ben definito e passa,

da ponente a levante, presso San Michele di Mondovì, Bagnasco, Massimino, Perlo, Nuceto, Biestro, Cairo, Dego, Pontinvrea, Malvicino, Cassinelle, Molare, Belforte, Voltaggio, Roccaforte, Rocchetta Ligure ecc. Già indicai approssimativamente qual sia il confine settentrionale di essa, vale a dire la linea lungo la quale rimane occultata dai depositi posteriori, langhiani od elveziani, linea generalmente mal definita per la deficienza di caratteri distintivi fra orizzonti geologici contigui od assai prossimi.

Alla base del piano di cui si tratta, si danno quasi esclusivamente conglomerati poligenici a grossi cogoli, contenenti non di rado massi informi; sopra questi conglomerati, altri ad elementi più piccoli, alternati con arenarie a cemento calcare e mollasse grigie; finalmente, alla parte superiore, si succedono assise numerosissime, uniformemente composte di marne arenacee. Il termine inferiore della serie, in cui si trovano in gran prevalenza i conglomerati può raggiungere 400 m. di potenza; il successivo, in cui le rocce arenacee sono invece dominanti, ha circa m. 600; il terzo, equivalente, secondo alcuni autori, al piano aquitaniano, misura almeno un migliaio di metri [1]. Nella Liguria marittima sono presenti soltanto i due primi termini.

I punti più alti cui pervengono i depositi bormidiani sono il Monte Cravi, a m. 992, e il Monte Maggio, a m. 979, a levante della valle di Scrivia. Sulla cresta che congiunge il Monte Reixia al Monte Dente, sopra Voltri, a circa un migliaio di metri di altitudine, incontrai ciottoli sparsi in gran numero, che provengono, secondo ogni probabilità, dallo sfacelo del conglomerato ed accennano al livello più alto raggiunto da tal deposito.

Valle del Tanaro. — A breve distanza a valle di Bagnasco, lungo le due rive del Tanaro, comparisce il conglo-

---

[1] Mayer glie ne attribuisce circa 3000.

merato bormidiano inferiore, sovrapposto a calcari dolomitici triassici. Esso risulta di ciottoli e massi di volume variabile, imperfettamente arrotondati e disposti in disordine, cioè senza orientazione definita, carattere che accenna a deposito tumultuoso, torrenziale, anzichè a deposito di spiaggia, regolarmente formato. Fra i ciottoli, molti sono calcari, altri, in minor numero, risultano di scisto cristallino e di calcite.

Sulla riva destra del Tanaro, di contro a Bagnasco, si osserva il conglomerato a piccoli cogoli (superiore al precitato), sul quale si posano marne fogliettate, molli, biancastre, fetide, assai ricche di impronte vegetali ben conservate [1], ciò principalmente a Massimino. Ivi affiorano, fra le marne, straterelli di lignite pendenti di 30° a 35° verso N.O. Il maggiore, tra i quattro o cinque riconosciuti nella miniera omonima, raggiunge m. 0,60 di potenza. Il combustibile è nero, lucente, fragile e, abbandonato a se stesso, si sgretola e prende fuoco spontaneamente. Negli scavi praticati per le ricerche minerarie, si può vedere che la base della formazione lignitifera è costituita da un letto di marna grigia, di circa un metro di spessezza, giacente sopra scisti cristallini antichi.

Isola di Cadibona. — Distinguo sotto questo nome uno dei lembi più notevoli della formazione di cui si tratta, sul quale si trova il villaggio omonimo. Esso è situato sul piovente marittimo dell' Apennino e si estende ai due lati della via maestra che mette alle Carcare, dalla quale è attraversato per la lunghezza di circa un chilometro e mezzo: ma la sua maggior lunghezza si dà nella direzione N.O.-S.E., fra il monticello dei Frecci e la cascina detta Cima dei Monti. A settentrione, giunge fino al Piano dei Carpi, mentre a

[1] E. Sismonda cita di questa provenienza numerose filliti, tra le quali: *Lastraea Styriaca, Aspidium Fischeri, Glyptostrobus Europaeus, Salix macrophylla, Alnus Kefersteini, Quercus furcinervis, Laurus primigenia, Dryandroides banksiaefolia, Graeria crenata, Ilex longifolia, Rhamnus Eridani, Juglans Bilinica* ecc.

mezzogiorno è in parte limitato dal torrente Quazzola. Esso è più conosciuto di ogni altra formazione di quel territorio a causa della ricca miniera di lignite che vi fu aperta molti anni addietro e fu esercitata con profitto fino al 1879.

I lavori di ricerca e d'estrazione per questa miniera non furono praticati che nella porzione del giacimento situata a nord della strada maestra e in principal modo al monticello dei Frecci e nelle sue adiacenze. La lignite costituisce generalmente due o tre strati, raramente quattro, alla base della formazione. Il banco maestro suol essere il più profondo e si trova, d'ordinario, al contatto immediato delle rocce antiche.

La serie stratigrafica che s'incontra dal basso all'alto, nel bacino di Cadibona, descritta in una memoria anonima (¹), pubblicata, fin dal 1827, nel *Giornale ligustico di Scienze, Lettere ed Arti* (anno 1°, fasc. 1°), comprende i termini qui appresso enumerati:

Formazione antica

1. Scisto talcoso e micaceo con noduli di quarzo;
2. Una specie di gneiss talcoso (²);
3. Scisto talcoso in piccole foglie;
4. Una specie di granito a tessitura poco tenace.

Formazione lignitifera

5. Puddinga a grossi elementi;
6. Argilla talcosa micacea;
7. Altra argilla con traccie di lignite;
8. Materia argillosa o salbanda molle (5 pollici di spessezza);

(¹) Questa memoria è indubbiamente di Lorenzo Pareto.
(²) È la roccia ora denominata apenninite.

9. Banco di combustibile nero di pece, lucente, compatto (4 a 5 piedi), cui succede un banco di lignite meno pura ed uno di lignite scistosa con ossa di *Anthracotherium*;

10. Strato di sabbia biancastra talcosa;

11. Banco di sabbia biancastra, con vene di lignite che passa superiormente ad una puddinga;

12. Altro banco di puddinga;

13. Un piccolo letto con tracce di lignite;

14. Un banco di ciottoli a strati regolari.

I copiosi resti di mammiferi forniti dalla miniera di Cadibona spettano quasi tutti al genere *Anthracotherium* (1).

La porzione superiore del giacimento, come apparisce dalla strada maestra, laddove questa lo traversa, presenta letti di argilla o limo di color rossastro, con zone a ciottoli poligenici per lo più piccoli, disuguali e radi. Tale aspetto sveglia l'idea d'una formazione fluviale, tumultuosa, irregolare.

Un po' al di sopra di Altare (vedasi il foglio della carta topografica militare intitolato *Cairo Montenotte*), s'incontra un giacimento miocenico poco importante, il quale presenta lungo la via che conduce a Montenotte, un impasto di massi angolosi di rocce cristalline, una specie di breccia a grossi elementi, che riposa sull'apenninite in posto; poscia, più innanzi, lungo la medesima strada, strati di conglomerato poligenico, a grossi cògoli, superiori alla breccia, e, al di sopra, letti di marna arenacea di color grigio chiaro.

Valle della Bormida. — Nei pressi di Carcare, come in tutta l'alta valle della Bormida, hanno grande sviluppo i conglomerati miocenici, a cògoli di grossezza varia (più comunemente come il pugno), di rocce che trovansi in posto poco lontano; cioè di calcare, serpentina, apenninite, talcoscisto, quarzo, anagenite, ecc. A mezza via fra Carcare e Millesimo,

---

(1) Si veda intorno a questi fossili il capitolo seguente.

presso uno spuntone di rocce antiche, i cògoli, per lo più serpentinosi, e di forma ovale-depressa, sono coperti da una patina bruno-violacea, lucente (che li collega fra loro a guisa di cemento) e non di rado impressi. In questo caso, non si può dubitare che il fenomeno dell'impressione non sia prodotto dall'azione di acqua acida, la quale attaccava la superficie dei ciottoli con maggiore energia, laddove rimaneva trattenuta a lungo dalla capillarità fra due o più ciottoli che si trovavano in contatto. La patina è indubbiamente il prodotto della stessa azione chimica, esercitata su tutta la superficie della roccia con molta intensità. Il medesimo fatto può osservarsi a levante di Plodio, lungo il rio dei Roncassi.

Nelle vicinanze di Millesimo, presso la cascina Marghera, si adagia sopra il conglomerato una serie potente di marne bigie [1], alternanti con straterelli di ghiaiette e di arenarie calcaree. Ad un livello un po' più alto, l'arenaria in grossi banchi prende il posto della marna. In questa poi si osservano concrezioni biancastre e noduli ferruginosi che potrebbero essere avanzi di fossili molto alterati. Tali cose si vedono assai bene al monte di Cosseria, alto m. 697, alla cui vetta la formazione bormidiana, tra conglomerati, marne ed arenarie, raggiunge non meno di 300 m. di potenza. Verso Millesimo, la via rotabile, continuando ad ascendere, raggiunge, poco prima del paese, il livello della arenaria, la quale, essendo colà omogenea e tenace, si estrae in due piccole cave, per servire ad uso di pietra da taglio.

Alla parte superiore del monte di Santa Margherita, presso Cairo Montenotte, e precisamente ove si trova la cappella omonima, un sottile rivestimento di calcare bigio che passa localmente all'arenaria, ricopre il calcare triassico e in certi punti quasi si confonde con esso, pel colore, per la

---

[1] Da queste marne bigie proviene probabilmente una fillite (il *Quercus chlorophylla*) citata da Sismonda come raccolta a Cosseria.

tenacità e per la struttura. Questo calcare bigio, che è indubbiamente bormidiano, risulta, almeno in parte, di polipai assai alterati, convertiti in calcite spatica. Nella parte di esso che ha struttura arenacea raccolsi conchiglie marine mal conservate.

Alla Baissa di Cairo, località situata lungo il rio dei Pianassi, affluente della Bormida, si osserva un piccolo deposito di marne arenacee, contenenti frammenti di piante arboree, parte convertiti in lignite, parte petrefatti (1) e conchiglie marine, in ispecie *Potamides promargaritaceus*, Sacco, e al di sopra una potente assisa di conglomerato, poco consistente con molti elementi serpentinosi. Precisamente nel piano di giunzione fra la marna e il conglomerato, si trova un banco ricco di bivalvi (*Crassatella*).

Il conglomerato dei dintorni di Cairo si presenta anche sotto altri aspetti, tra i quali mi sembra opportuno segnalare quello che assume lungo il sentiero fra la Madonna del Bosco e il molino detto la Loppa. Ivi, i cògoli serpentinosi sono rari ed hanno un copioso cemento argilloso ed ocraceo di color rosso mattone, cemento che viene estratto per servire alla fabbricazione di mattonelle per pavimenti.

Sul fianco occidentale del Monte Gos, il passaggio fra il conglomerato e la mollassa si effettua mediante l'alternanza di piccoli strati di ghiaie e di mollassa. Colà, le ghiaie sono per la massima parte ferruginose e la mollassa stessa è tutta intersecata di vene e rilegature limonitiche.

Sopra i conglomerati si presentano, nella valle della Bormida, rocce arenacee, che ora assumono il carattere di mollasse, ora quello di arenarie salde e che bene spesso contengono fossili marini. Presso le rovine del castello di Cairo,

---

(1) Nel medesimo frammento vedesi il legno, ad una estremità, ridotto alla condizione di lignite, e, all'altra, reso duro e compatto, perchè impregnato di silice.

v'ha uno di tali giacimenti di arenaria tenace da cui si traggono pietre da costruzione.

Arenaria dura e tenace si trova del pari alla cava di Belfiore, a nord-est di Rocchetta di Cairo, e ivi contiene *Pecten*, echinodermi non ancora determinati e piccoli frammenti di legno convertiti in lignite.

Le assise medie e superiori del bormidiano che si presentano a levante, verso I Pori, Giusvalla, Mioglia, e a ponente, nei pressi di Rocchetta Cengio, Carretto, Brovida ecc., risultano prevalentemente di mollasse molto marnose, di color cinereo chiaro, talvolta scistose, asciutte, sterili, che ricordano le argille scagliose dell'Italia centrale. In alcuni tratti, sono sparse di ghiaie serpentinose; altrove, ma per piccola estensione, sono rubiginose. In generale, scarseggiano di fossili e qualche volta questi son d'acqua dolce o d'estuario: così, nei pressi dei Pori, ove s'incontrano nella mollassa scistosa impronte di foglie mal conservate, e sul Bricco del Pïons, presso Mioglia, ove raccolsi delle *Cyclas*.

Isole del Saronese. — Fra Varazze e Albissola, per un tratto di circa 3 chilometri e mezzo, il litorale della Riviera di Ponente è tutto formato da un deposito bormidiano, sovrapposto in discordanza alle rocce del gruppo di Voltri, deposito il quale non si allontana dal mare, nei punti in cui è più esteso, che poco più di un chilometro. Esso risulta di conglomerato a grossi elementi, in strati alternanti, massime nella parte più elevata, con arenaria e conglomerato ghiaioso. Il conglomerato presenta la massima irregolarità, tanto per la disposizione quanto pel volume dei cògoli, i quali risultano quasi esclusivamente di rocce ofiolitiche e scistose appartenenti al gruppo di Voltri. Gli strati presentano, in generale, ondulazioni risentite, per le quali sono inclinati in alcuni tratti fin di 30° a 40° sull'orizzonte. In riva al mare, le testate loro si vedono in più parti logorate e minate dalle onde, risultandone ripe scoscese e tagliate a picco; ciò, ad esempio, presso Celle.

Il Museo geologico di Genova possiede due grossi molari

di *Anthracotherium* raccolti in questo deposito, nel praticare uno scavo minerario per ricerche di lignite [1].

A cinque chilometri a nord-ovest di Varazze, fra il Pero e S. Martino, lungo la via maestra che congiunge Varazze a Sassello, si trova un piccolo affioramento di conglomerato, insignificante per se stesso, ma da notarsi come un altro anello della catena che collega i principali giacimenti bormidiani della Liguria. S'incontrano due depositi più importanti della medesima età, l'uno fra Sanda e la cappella di Sant'Anna presso Gameragna, l'altro (in cui il conglomerato alterna colla mollassa), a nord-ovest del punto sopra indicato, nel pittoresco bacino naturale detto Prati di Porsemola, a 500 m. d'altitudine. Don Perrando raccolse in quest'ultimo fossili marini. Ancora conglomerato si vede a meno di un chilometro di distanza sopra una vetta collocata fra la Cappella del Salto e i Prati di Porsemola. Presso la Cappella, poi, la stessa roccia si presenta in due punti sulla via maestra, lungo la riva sinistra del Sansobbia, e sulla riva opposta del torrente, in una massa più cospicua che raggiunge circa 150 metri di potenza. Questa massa risulta inferiormente di conglomerato (alternante con mollassa bigia o bruna che acclude vene di lignite e filliti) e superiormente di mollassa con scarsi fossili marini. Dalla Cappella del Salto, si vede la formazione di cui tengo discorso risalire sulla riva destra del torrente e, in conseguenza di una illusione ottica, apparisce sottoposta alle serpentine ed agli scisti del gruppo di Voltri, che costituiscono la parte superiore del monte; in effetto, gli strati miocenici sono il residuo di uno lembo assai più ingente, asportato dall'erosione, residuo che rimase aderente ad un'antica ripa di roccie antiche.

Isola del Giovo. — L'isola miocenica di Santa Giustina o meglio del Giovo, giacchè il passo omonimo si trova pros-

---

[1] Il combustibile vi si presenta in sottili straterelli, non continui

simo al suo centro, è un quadrilatero irregolare, di circa 3 chilometri di lunghezza per 2 a 2 1/2 di larghezza, che si estende dai pressi del villaggio precitato fino al Monte Loderino inferiore.

Sulle rive del Sansobbia, a monte di Santa Giustina, si osserva una bella sezione della formazione miocenica, presso il suo estremo lembo. Gli strati si succedono dall'alto al basso della serie, procedendo da ponente a levante, essendo sempre pendenti ad ovest, con inclinazione che raggiunge a monte del torrente fin 35°. Si trova da prima mollassa grigia con noduli di marcassite o di limonite, poi mollassa non ferruginosa, scisti bituminosi, contenenti straterelli di lignite, un banco di arenaria dura e tenace, che ricettava gran parte delle belle filliti raccolte da don Perrando, in ispecie felci, poi un grosso letto dei soliti conglomerati e infine breccia ad elementi voluminosi di roccie cristalline ed ofiolitiche antiche. Questa breccia si vede adagiata lungo la riva destra, sopra una roccia verde, screziata di bianco (che sembra uno scisto cristallino brecciato), i cui strati s'immergono a ponente, come quelli della formazione miocenica, ma con inclinazione assai maggiore. Sulla riva sinistra, si osserva, sottoposto alla detta roccia verde, un calcescisto a strati immersi a levante. Da ciò sembra che in quel tratto l'alveo del torrente sia scavato lungo un piccolo anticlinale.

La stratigrafia della formazione miocenica, o piuttosto bormidiana, essendo qui il piano omonimo l'unico rappresentato nel bacino miocenico di cui si tratta, si può studiare in modo più completo ed istruttivo al Bricco delle Chiappe. Se, da Santa Giustina (situata a 341 m. sul mare, secondo la recente carta dell'Istituto topografico militare), si fa l'ascensione di questo monticello, seguendo l'antica via mulattiera che conduceva al passo dei Giovi, s'incontrano da principio conglomerati a piccoli elementi, alternanti con arenarie bigie, debolmente aggregate, quasi mollasse; a questi succede un complesso di arenarie bigie con filliti, in ispecie palme, situato a circa una trentina di metri sopra Santa

Giustina. Le arenarie si fanno più in alto di colore oscuro, poi si presentano pregne di materiali ferruginosi, sotto forma di vene e noduli limonitici, e qui incominciano a trovarsi conchiglie marine, segnatamente: *Potamides promargaritaceus*, Sacco, *Natica (Megatylotus) crassatina*, Lam., lucine, ostriche e, meno comunemente, *Strombus*, *Lyria*, *Myristica*, *Pyrula*, ecc. Si osservano alcuni straterelli in cui le natiche son tanto copiose da costituire l'elemento principale della roccia. ([1]).

Superiormente, la mollassa conchiglifera si fa assai marnosa e scarseggia di fossili. Qui fu raccolta da don Perrando una bella *Tryonix*, che ora appartiene al R. Museo geologico di Genova, ed io stesso incontrai nel medesimo punto alcuni pezzetti di scudo appartenenti ad un *Emys*.

Giunti al livello della casa delle Chiappe, cascina situata ad un centinaio di metri sopra Santa Giustina, si osserva che la mollassa, conservando presso a poco i medesimi caratteri esterni, ricetta filliti invece di conchiglie marine. Basta però innalzarsi ancora di pochi metri, per imbattersi in straterelli di conglomerato a piccoli cògoli (straterelli alternanti con letti di mollassa), ricchissimi di testacei marini, principalmente: *Potamides* di varie specie, *Natica (Globularia) gibberosa*, Grat., *Lucina miocenica*, Michel., *Spondylus sp.*, ecc. A non più di 30 metri sopra i banchi a filliti, alla parte superficiale della zona a conchiglie marine, si trova un sottile strato a polipai (in cui domina la *Rhabdophyllia stipata*), che si può seguire per lungo tratto e forse è il medesimo che si trova a ponente di Santa Giustina, presso a poco alla medesima altitudine. Mentre in basso, presso il villaggio, gli strati appariscono quasi orizzontali, verso la sommità del bricco, massime nella direzione del passo dei Giovi, si mostrano pendenti verso ovest, con inclinazione di

---

([1]) A queste conchiglie aderiscono bene spesso piccole ostriche.

circa 20°. Sopra lo strato a polipai, si succedono ancora mollasse e conglomerati a piccoli cògoli e a cemento rubiginoso, contenenti numerosi fossili marini, fra i quali: *Murex Aquitanicus*, Grat., (*M. Bonellii*, Michel.), *Cassis mamillaris*, Grat., *Venus retula*, Bast., *Lucina sp.*, echinodermi, *Nummulites intermedia*, d'Arch. ecc.

L'altipiano dei Giovi, alto 522 m. sul livello marino, è formato quasi esclusivamente di conglomerati, in cui si trova *Ostrea cochlear*, *var. impressa*, e questi s' innalzano d'un bel tratto sul dosso dei monti situati a settentrione del passo e lungo la via di Pontinvrea. Il punto più elevato in cui io li abbia osservati colà è il Loderino inferiore (ove il Genio militare ha testè innalzato un forte), a 665 m. sul mare. Ivi si tratta, anzichè di vero conglomerato, d' un letto di grossi ciottoli [1], imperfettamente collegati fra loro da un cemento terroso, ciottoli direttamente giacenti sulle rocce ofiolitiche del gruppo di Voltri. Tal'è il lembo estremo dell'isola miocenica che mi sono studiato di descrivere. Al Loderino superiore (m. 733), manca affatto il deposito terziario e sono allo scoperto la serpentina e le rocce scistose antiche.

Molto probabilmente, il banco inferiore a filliti del Bricco delle Chiappe, corrisponde a quello già segnalato sul Sansobbia, a monte di Santa Giustina; ciò ad onta della pendenza ad ovest di quest' ultimo, pendenza che non si estende alle assise inferiori del Bricco delle Chiappe e che perciò altera poco i rapporti altimetrici degli strati fra i due punti sopra ricordati. Giova però notare che mentre il primo va segnalato per la copia di palme (*Flabellaria*, *Phœnicites*, *Perrandoa* ecc.), il secondo abbonda invece di felci (*Pteris*, *Aspidium*, *Goniopteris*, *Blechnum* ecc.), e di palme manca quasi affatto. Al superiore corrisponde forse un affioramento con copiosi resti di monocotiledoni, visibile presso la cascina

---

[1] Molti di questi misurano piu di un metro di diametro.

Navè o Naveto, a valle di Santa Giustina. Entrambi si continuano probabilmente negli strati a filliti, osservati più a valle ancora, sulla riva destra del Sansobbia di contro alla Cappella del Salto, i quali sono pur sottoposti a scisti bituminosi.

Il benemerito curato don Perrando raccolse in questi giacimenti e in altri delle vicinanze più di 2000 esemplari di filliti, fra i quali sono rappresentate parecchie centinaia di specie.

In conclusione, il piano bormidiano del Giovo presenta dall' alto al basso le seguenti assise:

a) *Formazione marina*:

Letto di ciottoloni imperfettamente arrotondati;

Conglomerato a grossi e a piccoli elementi;

Conglomerato rubiginoso con fossili marini;

Conglomerato senza fossili;

Strato con polipai.

b) Mollassa scagliosa con filliti e testuggini.

c) *Formazione marina*:

Mollassa ferruginosa, conchiglifera, a *Natica (Megatylotus) crassatina* e mollassa grigia.

d) *Formazione d' acqua dolce*:

Arenaria o mollassa con filliti; dicotiledoni, e palme dominanti.

e) *Formazione marina*:

Conglomerato e mollassa alternanti.

Cominciando dal livello c), si succedono, invece, lungo il Sansobbia, a monte di Santa Giustina, dall' alto al basso, le assise qui appresso indicate:

c) *Formazione marina*:

Mollassa ferruginosa con conglomerato alternante;

Mollassa grigia.

d) *Formazione d' acqua dolce*:

Scisti bituminosi;

Arenaria tenace con molte felci ed altre filliti.

e) *Formazione marina*:

Conglomerato;

Breccia a grossi elementi di rocce cristalline.

Doppia successione (almeno) di depositi d'acqua dolce e di depositi marini; quindi (almeno) doppia emersione, succeduta ad immersione.

Misurando la differenza di livello fra gli strati inferiori del miocene di Santa Giustina, collocati a circa 300 m. sul livello del mare, di contro alla Cappella del Salto, e i superiori del monte Loderino, a m. 665, si ottiene una cifra di m. 365, che dovrebbe esprimere la potenza della formazione, se questa risultasse di strati orizzontali e regolari. Ma, tenendo conto di tutte le condizioni stratigrafiche, non le si può concedere ragionevolmente potenza maggiore di 300 m. Credo che altrove si giunga con uguale criterio ad una cifra assai più elevata.

Isola di Sassello. — L'isola miocenica di Sassello, situata a settentrione della precedente, fra I Badani e la valle del torrente Erro, con lunghezza di oltre cinque chilometri e mezzo, e larghezza massima di circa quattro, è più estesa di quella di Santa Giustina e non meno importante per la sua ricchezza di fossili.

Nella formazione di Sassello mancano in gran parte, a quanto pare, i conglomerati inferiori e bene spesso le mollasse riposano immediatamente sulle rocce antiche. Queste mollasse ricettano, in basso, filliti, resti di emidi, insetti; in alto, fossili marini. Gli strati a filliti rappresentano, se non sono in errore, l'orizzonte più elevato d'acqua dolce del monte delle Chiappe e quelli a conchiglie marine i vari livelli fossiliferi che stanno al di sopra.

All'estrema propaggine settentrionale dell'isola summentovata, fa seguito, sulla sinistra dell'Erro, una sottile striscia miocenica che si protrae verso il nord per buon tratto. Ad est dell'isola principale, ve ne sono: una sul fianco del Monte Gippone, una a Palo e due lungo il Rio dei Foresti; a nord-est, s'incontrano alcune masse piuttosto estese al Bric

Berton e presso Pian Castagna ed altre minori presso le cascine Marazzini, Ormei e Murazze.

Lungo la via maestra, fra Sassello e Santa Giustina, alcune piccole rupi di conglomerato collegano visibilmente i due lembi maggiori di quel territorio.

Deve essere segnalato, per la sua straordinaria ricchezza di fossili, un punto del territorio di Sassello prossimo alla intersezione del Rio dei Zunini colla via rotabile che conduce ad Acqui. Ivi si adagia ad una balza serpentinosa una mollassa sfatta, gremita di polipai, di testacei e di nummuliti. Fra i primi, se ne vedono molti riferibili a generi *Heliastraea*, *Astrangia*, *Prionastraea*, *Phillocaenia*, *Thamnastraea* ecc. aderenti ancora alle rupi del mare miocenico, a guisa di frangenti.

L'orizzonte a polipai, che corrisponde io credo ad una delle fasi d'emersione verificatesi durante l'epoca bormidiana, si può riconoscere in molti punti alla periferia della formazione di Sassello ([1]) e segna verosimilmente il perimetro dello antico mare. Vi si riferiscono, secondo ogni verosimiglianza, parecchi affioramenti fossiliferi, segnalati in quel di Mioglia, di Pareto, di Cairo Montenotte.

Credo pure di dover additare ai paleontologi, come ricchissimi di fossili, i punti delle vicinanze di Sassello denominati: Prato Vallarino, Ligatta, Brigiola, Bagatta, Battella.

Nella valle dell' Erro, si connettono alla formazione bormidiana, in vari punti, grandi massi distaccati verosimilmente dal conglomerato ed isolati dalla denudazione. Uno di questi, situato presso I Bergiavelli, è costituito di quarzite verdastra ed ha un volume di 25 a 30 metri cubi.

Lungo il sentiero che congiunge il Monte Sabino ai Carabini, in quel di Sassello, e precisamente ai Chiappini di

---

([1]) I banchi madreporici di questo territorio si riconoscono facilmente perchè sono quasi sempre usufruttati come pietra da calce o pietrisco.

Montaldo, si vede un lembo di mollassa miocenica, a strati raddrizzati (inclinati di oltre 45°), aderenti ad una balza di serpentina antica (fig. 18). Una lieve pendenza degli strati alla periferia di un bacino può interpretarsi come conse-
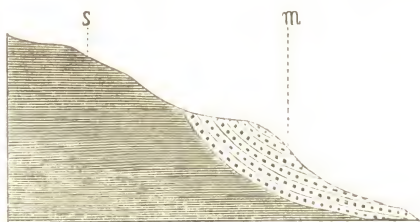
Fig. 18.

Mollassa in strati raddrizzati, ai Chiappini di Montaldo.
s) serpentina — *m*) mollassa

guenza della inclinazione propria alla parete rocciosa del bacino stesso, ma, nel caso presente, credo piuttosto che avvenne un sollevamento, forse locale, del monte serpentinoso, e furono perciò spostate le assise di mollassa.

Lembi del Genovesato. — Per lo studio della formazione bormidiana, merita di essere visitato il territorio di Voltaggio, ove essa raggiunge l' altitudine di metri 840, al Monte Alpe, e di quasi 900, alla Costa di Castiglione.

A nord del paese, il Lemme corre in una valle piuttosto ampia scavata nel conglomerato. Nel primo tratto, la roccia risulta quasi esclusivamente di cógoli serpentinosi, talchè fu scambiata per una breccia ofiolitica. Questi cógoli sono piccoli massi a spigoli tondeggianti e ciottoli, non mai spianati su due faccie come quelli che si trovano alla spiaggia del mare; il cemento che li collega è arenaceo e di color rossiccio.

Presso la via che conduce al passo della Bocchetta, sulla riva diritta del Lemme, si leva il Monte Fiaccone, costituito di calcari e serpentine eocenici, la cui sommità porta un piccolo brano di conglomerato bormidiano, residuo un lembo

assai più esteso, che si connetteva forse alla zona principale. Anche questo risulta principalmente di elementi serpentinosi, ai quali si associano cògoli di anfibolite, eurite, scisto cristallino ecc. Sui fianchi del monte, si vedono sparsi molti ciottoli e massi isolati dallo sfacelo della roccia. Il masso più voluminoso, situato a circa 60 metri al di sotto della cima, ha forma di parallelepipedo, misurando presso a poco m. 8 di lunghezza, 4 di larghezza e 2,50 di altezza (media), ed è costituito in gran parte di un minerale di ferro che sembra magnetite.

A pochi chilometri di distanza dal Fiaccone, sono sparsi sulla riva sinistra del torrente [1], ma più alti del suo letto, altri massi colossali, che pur riposano sopra rocce eoceniche e sembrano indipendenti dal conglomerato. Non è facile spiegare come tali massi, formati di rocce, che trovansi in posto ad una certa distanza, abbiano potuto raggiungere la loro giacitura presente. L'ipotesi più verosimile è per me, come dissi in altro capitolo, che abbiano subìto un trasporto per opera di fenomeni glaciali quaternari.

Notevoli le due isole di conglomerato bormidiano del Monte Maggio e del Monte Reale, lembi spiccati dalla ampia zona di queste rocce che si estende a levante della Scrivia, verso Rocchetta Ligure. Esse hanno per confine una parete per lunghi tratti tagliata a picco ed alta ben 200 metri sulle formazioni circostanti. I frammenti e i ciottoli di conglomerato osservati presso Croce Fieschi, fra le due isole accennate, dimostrano come la loro separazione sia un fatto assai recente. In entrambe, ai cògoli calcarei, che sono predominanti, si associano elementi ofiolitici.

Nel medesimo territorio, la formazione miocenica si eleva pressochè verticalmente a più centinaia di metri, sul fondo

---

(1) In prossimità della cascina detta La Biccia.

della valle, occupato da rocce più antiche, permodochè il brusco mutamento di livello del suolo, accusato nella carta dall'eccezionale prossimità delle curve orizzontali, corrisponde ad un cambiamento egualmente repentino nella natura del terreno. Presso i casolari di Monte Maggio, il conglomerato si estrae da una cava per servire di pietra da costruzione.

Al confluente del Bizante colla Borbera, l'ing. Mazzuoli raccolse alla base dei conglomerati una piccola nummulite che mi sembra riferibile alla *N. Fichteli*, Michel.

Alle porte di Genova, nell'alveo del piccolo Rio Vernazzolo, che attraversa l'abitato di San Martino d'Albaro, si trovano alcuni massi di conglomerato analoghi a quelli del Monte Maggio, di Celle, Portofino ecc. e costituiscono come un caposaldo per cui si rendono più palesi i rapporti reciproci dei vari lembi miocenici di questo territorio. Si vuole che altri massi consimili, ora asportati dall'uomo, si vedessero, anni sono, sui fianchi dell'altura detta della Madonna del Monte, vicina alla nostra città.

All'estremità del Promontorio di Portofino e per tutta la sua larghezza, tra il paese omonino e la Punta delle Chiappe, giace discordantemente sul calcare a fucoidi una potente formazione di conglomerato bormidiano. È degna d'attenzione la circostanza che presso la parte culminante del promontorio, ove il lembo di conglomerato si protende alquanto verso l'interno, presenta, alla sua base, frammenti e massi angolosi di rocce estranee a quel territorio, vale a dire di micascisti e d'altri scisti cristallini, che sembrano provenire dalla Riviera di Ponente.

Alla parte orientale del lembo di Portofino, cioè presso il convento di Cervara, lungo la via fra Santa Margherita e Portofino, il conglomerato presenta ciottoli non molto grossi, generalmente oviformi e distribuiti senza ordine. Questi ciottoli sono quasi tutti di calcare eocenico; pochissimi quarzosi od ofiolitici. Molti ciottoli calcari appariscono profondamente impressi; ciò in prossimità del seno di Pagi.

L' impressione ha qui i caratteri di fenomeno chimico dovuto ad acque acidule [1].

Origine dei cògoli del conglomerato. — I cògoli del conglomerato bormidiano sono generalmente della stessa natura degli affioramenti di rocce di età più remota che si trovano nelle vicinanze. Si è veduto, tuttavolta, come si osservi al Promontorio di Portofino una eccezione a questa regola, eccezione che forse accenna ad un trasporto di materiali prodottosi, nei primi tempi del miocene, dalla Riviera di Ponente (probabilmente dai pressi di Pegli) al detto promontorio. Questo trasporto richiedeva condizioni topografiche diverse dalle attuali, cioè la continuità della terra emersa nello spazio interposto fra i due territori.

A Monte Maggio, Monte Reale, Pietra Bissara, alle rocce più comuni delle assise antiche si associano, nei conglomerati, le rocce eoceniche, frequenti in posto, e rocce ofiolitiche non visibili allo scoperto che ad una distanza di più chilometri. In tal caso, però, non è improbabile che entro gli ammassi conglomeratici sorgano sporgenze od apofisi di simili rocce ofiolitiche. Ad ogni modo, nei conglomerati dei due versanti dell'Apennino, non m'accadde mai di osservare elementi riferibili con certezza a rocce alpine.

Nulla poi, a mio credere, giustifica, per quanto ha tratto ai giacimenti descritti, l'ipotesi avanzata dal Gastaldi fin dal 1860, secondo la quale il trasporto dei massi contenuti nei conglomerati liguri-piemontesi sarebbe dovuto a ghiacci galleggianti, e la formazione ciottolosa e detritica del miocene inferiore rappresenterebbe un deposito marino-glaciale.

---

[1] In questo caso, le acque filtranti contenenti anidride carbonica, sottratta alla terra vegetale di cui è coperta la parte superiore del promontorio, valgono a spiegare il fatto, senza che sia necessario di ricorrere per ciò all' intervento di azioni termominerali.

simile a quello che si produce attualmente sulle coste dell' Atlantico presso Terranuova [1].

A me pare che la paleontologia condanni risolutamente siffatta interpretazione. Si è veduto che presso Santa Giustina i conglomerati alternano con arenarie o mollasse contenenti filliti di generi tropicali e banchi fossiliferi con testacei marini di generi propri ai mari caldi; tali tipi di fossili, e in particolar modo quelli delle piante, sono incompatibili, io credo, col supposto che vivessero sopra lidi, lungo i quali, poco lontano, le correnti marine convogliavano zattere di ghiaccio.

È vero, bensì, come osserva il Gastaldi, che, ove abbondano grandi massi, i fossili mancano; ma si dà il caso che banchi fossiliferi corrispondano appunto a letti, poco distanti, ricchi di massi. Così, a Cadibona, il banco maestro di lignite, con palme e resti d' *Anthracotherium*, si trova alla base dei conglomerati ed occupa stratigraficamente il posto delle assise di breccia a grossi elementi di Altare; segno che il trasporto dei massi e la vegetazione di quelle palme avvennero simultaneamente o quasi. Secondo Gastaldi, sugli elementi del conglomerato si trovano talvolta le tracce di azioni meccaniche riferibili a fenomeni glaciali. Come dissi in altro capitolo, osservai io pure simili tracce, ma in cògoli rimaneggiati, e le attribuisco a fenomeni glaciali non miocenici, bensì quaternari.

Dopo uno studio coscenzioso della questione [2], Mazzuoli venne alla conclusione che i conglomerati dell'Apennino ligure debbano ritenersi depositi di spiaggia, formatisi intorno ad antiche coste (che potevano appartenere ad un continente a litorale più o meno frastagliato o ad isole) con

---

[1] Gastaldi, *Frammenti di Geologia del Piemonte. — Sugli elementi che compongono i conglomerati miocenici.* Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, serie 2.ª, vol. XX. 1863.

[2] *Sul modo di formazione dei conglomerati miocenici dell' Apennino.* Boll. del R. Comit. Geol., anno 1888, n.º 1-2. Roma, 1888.

materiali risultanti dal disfacimento di esse e non come depositi subordinati ad un trasporto glaciale.

Alla fine del sollevamento succeduto all' eocene, si verificò un lento avvallamento, per effetto del quale il deposito di conglomerato potè raggiungere la potenza di centinaia e centinaia di metri. Di certe terre emerse che avrebbero dato origine al conglomerato ora non rimarrebbe più in alcuni punti che qualche nucleo roccioso, occultato da un manto di esso conglomerato.

Tenendo conto del fatto che i massi e i ciottoli marini hanno origine soltanto nella stessa zona immediatamente prossima al battente del mare e a lieve profondità, non mi pare adeguata la spiegazione nei termini in cui fu proposta. In altre parole, non mi sembra che un solo lento avvallamento possa render conto in modo plausibile della formazione di un deposito, la cui larghezza misura in media più di due chilometri, con potenza non minore di 300 a 400 m. Se però si ammetta che non un solo bradisismo si sia prodotto lungo la plaga in cui furono elaborati i cógoli del conglomerato, e che invece si sieno succeduti colà più movimenti dal basso all' alto e dall' alto al basso, la spiegazione diventa soddisfacente, lasciando scorgere la possibilità di una sovrapposizione di materiali ciottolosi, che apparirebbe in altro modo inverosimile; ciò, facendo anche intervenire l' azione di torrenti che recavano al mare massi e detriti più o meno fluitati.

Il concetto di una tale alternanza di bradisismi ascendenti e discendenti richiede pure che il deposito si sia formato in lungo volgere di tempi. Esso, d' altronde, non è arbitrario, ma emerge indubbiamente dalla stratigrafia e dalla paleontologia dei territori di cui mi sono occupato più a lungo in queste pagine.

Fossili.

Fossili della Pietra di Finale. — La pietra di Finale, che si riferisce come dissi al piano elveziano, è ricchissima

di fossili, i quali, per l'infelice loro conservazione, non possono essere identificati che in piccola parte. Ad ogni modo, vi si comprendono: *Carcharodon megalodon*, Ag., *Oxyrhina hastalis*, Ag. [1], *O. Desori*, Ag., *Lamna cuspidata*, Ag. [2], *L. crassidens*, Ag., *Odontaspis contortidens*, Ag., *Platax sp.*, *Sargus incisirus*, Gervais, *Chrysophrys cincta*, Ag., rappresentati da denti in buon numero; poi avanzi di *Balanus*, conchiglie di *Conus*, *Pectunculus*, *Pecten*, *Ostrea*, *Terebratula*, *Megerlia*, gusci di *Clypeaster laganoides*, Ag., *C. Michelottii*, Ag., di *Echinolampas hemisphaericus*, Ag., radioli di *Cidaris* e *Leiocidaris* e piccoli polipai di *Conotrochus typus*, Seg.

I denti di pesce sono quasi sempre ben conservati. I resti di molluschi e di echinodermi sono generalmente ridotti alla condizione di modelli interni od esterni, i primi più comuni dei secondi. Certe piccole bivalve (*Veneridae*), una o due specie d'ostriche ed un *Conus* mi son noti solo nella condizione di modelli interni. Siffatti modelli, essendo costituiti di sabbia mista ad ocra rossa, cementata generalmente da calcite concrezionata, riproducono di rado con nettezza i minuti particolari dei gusci che diedero loro origine. Di alcune conchiglie (*Pecten*, *Pectunculus*, *Ostrea*), brachiopodi (*Terebratula*) e coralli, nonchè di un'echinoderma, si conserva ancora propriamente la parte testacea.

Nella parte superiore della formazione, che è evidentemente un deposito di spiaggia, i fossili mi sembrano in gran parte fluitati; negli strati ad echinodermi e a grossi pettini, invece, credo che i fossili sieno spoglie di animali che vissero in quel medesimo luogo.

Sono principalmente notevoli e caratteristici, in questa

---

[1] È la specie registrata in un mio catalogo coi nomi di *O. Agassizi* e *O. quadrans*.

[2] Comprende anche l' *O. dubia*.

formazione, il *Pecten Gentoni*, Fontannes, var. *Pareliana*, e il *P. Finalensis*, Issel, entrambi comunissimi. Quest'ultima è una conchiglia piuttosto grande, spessa, a valve appena un po' diverse l'una dall'altra, quasi equilatere, mediocremente convesse (la destra forse un po' più della sinistra), che presentano 13 o 14 coste larghe e spesse, disposte a guisa di raggi, tra le quali le 6 a 7 mediane alquanto maggiori per larghezza e rilievo. Le coste sono più alte nel terzo della conchiglia prossimo ai vertici (ma non proprio nella regione umbonale) e presso il margine sono un po' spianate: al margine, gli intervalli tra le coste medie hanno larghezza un po' minore delle coste medesime. Tutta la conchiglia è coperta di strie d'accrescimento, concentriche, fitte, irregolari. Le orecchiette di ciascuna valva sono ampie e quasi uguali fra loro; nella valva destra, l'orecchietta anteriore è un po' più sinuosa dell'altra; nella valva sinistra, per quanto posso giudicarne da un esemplare mutilato, la differenza è quasi nulla. Il margine cardinale apparisce retto nella maggior parte degli esemplari, ma in quello figurato che è il migliore, accenna a formare un angolo molto ottuso in corrispondenza dell'apice. Le orecchiette presentano strie longitudinali, sinuose, ineguali, più profonde e più fitte di quelle che si osservano nelle altre parti della conchiglia; in certi esemplari, si vedono anche traccie di strie radiali, intersecanti le prime.

La larghezza o diametro della conchiglia è di millimetri 126, l'altezza di 103; la spessezza, supponendo unite le due valve, deve essere non maggiore di millimetri 30; il margine cardinale è lungo millimetri 77, le orecchiette sono alte millimetri 20. La larghezza totale della conchiglia sta a quella del margine cardinale come 100 : 74,7.

La figura prima della tavola XII fu desunta da una impronta ben conservata e da modelli in creta artificialmente ricavati da essa. Presumo che rappresenti la valva destra e la mia congettura è avvalorata da che si trovò una impronta un po' diversa, in cui il margine esterno delle orecchiette è

meno sinuoso: in questa la convessità della valva apparisce minore e le coste sono meno elevate.

Avverto, finalmente, che in altre impronte assai mutilate della stessa specie, ma di esemplari più piccoli, l'orecchietta anteriore ha il margine esterno più sinuoso ancora che nell' individuo figurato.

Il *Pecten* del Finalese è affine alle specie *Holgeri*, Geinitz, *solarium*, Lamarck, *subholgeri*, Fontannes; ma non si confonde con alcuna.

Fossili bormidiani. — Durante i primi tempi dell'epoca bormidiana vivevano sulle plaghe acquitrinose, ricche di rigogliosa vegetazione, che ora corrispondono al bacino di Cadibona, al lido di Celle, ai colli di Bagnasco e di Nuceto, pachidermi corpulenti, quali grossi come vitelli, quali appena come pecore, che furono ascritti da Cuvier al genere *Anthracotherium*, perchè i loro avanzi furono quasi sempre rinvenuti nel carbon fossile (lignite). Essi erano paridigitati e non molto dissimili dai suini per la forma e disposizione delle loro estremità.

Rispetto alla dentatura, i molari degli *Anthracotherium* sono analoghi a quelli dei cinghiali, i premolari taglienti e seghettati si avvicinano ai premolari dei tapiri, mentre i canini (potenti, conici, arcuati e disposti in guisa che le punte loro, rivolte all'infuori, non rimangano ottuse pel reciproco contatto) e i grandi incisivi ricordano i denti omologhi dei carnivori. Certo è che alcuni di tali pachidermi erano armati di zanne più robuste di quelle del leone.

Il genere *Anthracotherium*, introdotto nella scienza da Cuvier, fu studiato in modo speciale da de Blainville, Hörnes, Gastaldi, de Zigno, Filhol, Kowalevsky, dei cui lavori sarebbe ora intempestivo render conto. Secondo Gastaldi, il quale si occupò principalmente delle specie di Cadibona, si sarebbero colà rinvenute una grossa specie, l' *A. magnum*, Cuvier, ed una piccola, il *minimum*, Cuvier, assai distinte fra loro, senza contare l' *Amphitragulus minutus*, de

Blainv. [1], il quale appartiene ad un genere strettamente affine e fu descritto per la prima volta come *Anthracotherium minimum* da de Blainville.

L'anno scorso, il mio assistente Squinabol, avendo a sua disposizione alcuni resti di *Anthracotherium* meno imperfetti di quelli che furono studiati dai suoi predecessori e fra gli altri gran parte di un cranio, con altre ossa, posseduti dalla sezione savonese del Club Alpino [2], ed una mandibola quasi integra appartenente al Museo Civico di Genova, potè sottoporre ad una nuova revisione le specie di questo genere. Egli distinse le specie e varietà della Liguria in due gruppi principali, secondochè hanno 6 incisivi o 4. Al primo appartengono: 1.º l'A. *maximum*, Gastaldi, a denti grandissimi; 2.º l'A. *magnum*, Cuvier, a denti più piccoli e in serie interrotta. Al secondo spettano quattro specie a 3 molari superiori e a 4 premolari inferiori; cioè: 1.º l'A. *Gastaldii*, Squinabol, a serie dentaria con larghe interruzioni, a mandibole munite anteriormente, per ciascun lato, di una prominenza conica assai sviluppata e posteriormente protratte all'esterno, vale a dire fornite di un rilievo parallelo al canale alveolare; 2.º l'A. *Kowalerskyi*, Squinabol, a serie dentaria con piccoli intervalli, senza prominenze mandibolari e sprovvisto del rilievo sopra accennato; 3.º l'A. *Ligusticum*, Squinabol, a serie dentaria non continua, a prominenze mandibolari coniche, poco pronunziate, e a mandibole non protratte posteriormente all'esterno; 4.º l'A. *minus* (?), Cuvier, a denti assai stretti e relativamente lunghi. Vi si riferiscono poi una quinta specie a 4 molari superiori (con 4 premolari inferiori), A. *Monsvialense*, de Zigno, ed una sesta a serie dentaria non continua, a 3 premolari inferiori,

---

(1) *Amphitragulus communis* (Aymard), Gastaldi, *A. lignitarum*, Michelotti.

(2) Questo magnifico fossile fu donato al sodalizio savonese dal signor E. Benech.

a mandibole con prominenza appena manifesta e destituite di rilievo laterale posteriore, denominata *A. Zignoi*, Squin.

Se fosse fondato il supposto di Gastaldi, il quale riteneva che gli *Anthracotherium* giovani fossero muniti di 6 incisivi per mascella, 2 dei quali destinati a cadere coll'età, verrebbe a mancare il principale criterio di questo ordinamento. Sembra però che si trovino individui tanto vecchi quanto giovani a 6 e a 4 incisivi e che negli ultimi, in quelli cioè provvisti di 4 soli incisivi, l'angustia dell'arco alveolare non ne comporti un numero maggiore.

La distinzione tra l'*A. magnum* e il *maximum*, che riposa sopra tutto sulle maggiori dimensioni dei denti di quest'ultimo non pare fin qui sufficentemente giustificata. Tengo per fermo, poi, che debbano essere riunite sotto una sola denominazione specifica le forme *A. Gastaldii*, *Kowalevskyi* e *Ligusticum*, perchè la maggiore o minore distanza fra i canini e i premolari, la protrazione più o meno risentita della mandibola all'esterno e infine la grossezza e sporgenza della protuberanza, alla parte anteriore della mandibola stessa, sono caratteri variabili, a parer mio, secondo il sesso e l'età. Nel maschio del *Sus* (tipo poco lontano dall'*Anthracotherium* nella serie zoologica) si osserva, infatti, una lacuna, all'innanzi e all'indietro del canino, la quale manca nella femmina. La forma della mandibola è, inoltre, tanto diversa nel giovane e nell'adulto da legittimare il supposto che nel fossile di cui qui mi occupo le prominenze ed espansioni più volte citate fossero proprie ad individui vecchi.

Rispetto all'*A. Zignoi*, oltre al carattere distintivo desunto dalla presenza di 3 premolari inferiori anzichè di 4, differisce, a quanto pare, dalle altre forme sopra enumerate, perchè essi premolari non hanno il margine crenato e la loro posizione non corrisponde ai tre ultimi premolari delle specie o varietà precitate [1]. Perciò, riserbo in proposito il mio giudizio.

---

[1] Il premolare deficiente non sarebbe già il primo, ma il secondo.

A Sassello fu segnalato un altro grosso mammifero, cioè il *Rhinoceros minutus*, Cuv., rappresentato però da un solo dente. Altri avanzi della medesima specie si trovarono incastrati nella lignite di Nuceto [1]. Finalmente a Perlo, presso Nuceto, si raccolsero nella lignite alcune molari e premolari inferiori di un secondo tipo di rinoceronte, denominato *Acerotherium incisivum*, al quale si attribuisce pure un dente proveniente da Contes nel Nizzardo.

Fra i fossili della collezione Perrando, è compresa gran parte di uno scudo dorsale di *Trygonix*, i cui caratteri coincidono quasi perfettamente con quelli di un fossile proveniente dal miocene di Ceva, descritto nel 1879 dal Portis sotto il nome di *T. Pedemontana* [2]. Si osservano in questo fossile le otto piastre costali di ciascun lato incomplete, cioè mancanti di quasi tutta la porzione che trovasi in contatto colle piastre neurali, una piastra nucale sviluppatissima, quasi intera, e pochi frammenti delle piastre neurali, le quali sono in questa specie in numero di sette. Della piastra pigale si conserva più della metà. Inoltre, fra alcuni avanzi dello endoscheletro, si comprendono 5 vertebre caudali, quasi intere, del medesimo individuo. La figura dello scudo si può vedere alla tavola XI, fig. 1.

Si riferiscono probabilmente alla stessa specie alcuni frammenti di piastre costali di *Trygonix*, rinvenuti a Santa Giustina e pertinenti ad un secondo esemplare, ed altri di Sassello.

Altro chelonio della medesima formazione è una bella *Emys* rinvenuta a Sassello. In questa lo scudo dorsale è conservato per tre quarti e il piastrone quasi completamente. Nel primo una concrezione arenacea occulta però le piastre

---

[1] Nucetto, nella carta topografica militare.

[2] Memorie della R. Accad. delle Scienze di Torino, serie II, volume XXXII, 1879.

neurali, ad eccezione delle due posteriori e di piccola parte di altre due; manca del tutto la nucale (vedi la tav. XI, figura 2).

L'armatura si mostra nel suo complesso di forma elittica, un po' attenuata posteriormente e quasi troncata alla parte anteriore; superiormente, è alquanto convessa, ma destituita di carena, sotto pianeggiante. Le ossa dell' esoscheletro essendo completamente saldate fra loro, si distinguono difficilmente. Risultano ben manifeste, invece, le impronte delle piastre cornee. Tra queste, la 1.ª piastra vertebrale, incompleta, apparisce convessa e gibbosa; la 2.ª e la 3.ª sono quasi completamente coperte da una incrostazione arenacea; la 4.ª è irregolarmente esagonale e così la 5.ª, piuttosto ampia e mancante della parte posteriore. Le impronte delle piastre costali, in numero di 4 per ciascun lato, presentano forma quasi rettangolare ad eccezione della prima, irregolarmente trapezia. Assumono sviluppo notevole le piastre marginali, di cui non saprei indicare il numero con certezza.

In complesso, la specie è assai prossima alla *Emys Europaea*, dalla quale si distingue per la minore ampiezza delle piastre vertebrali, rispetto alle costali, che sono più estese nel senso della lunghezza dell' armatura, pel maggiore allungamento del piastrone, che è propriamente elittico e non dilatato alla parte posteriore, e pel così detto ponte, il quale comprende 5 piastre marginali.

Questo chelonio è pur diverso da tutte le emidi estinte che mi son note, segnatamente dalle specie: *brevicostata*, Portis, *Etrusca*, Portis, *Deluci*, Bourdet, *Portisi*, Sacco, del pliocene, *Michelottii*, Peters, *lignitarum*, Portis, *Laharpi*, Pict. e Humb., *tuberculata*, Portis, *Charpentieri*, Pict. e Humb., *lignitarum*, Portis, *Renerieri*, Portis, *sulcata*, Portis, del miocene; perciò l'ho inscritta provvisoriamente, nel catalogo del Museo geologico di Genova, sotto il nome di *E. Perrandoi*.

Piccoli frammenti di armatura di emidi o di testuggini terrestri, provenienti da Santa Giustina, Mioglia, Dego, e quindi sicuramente da depositi bormidiani, fanno parte della

collezione Perrando; io pure ne raccolsi alcuni lungo la via del Giovo, presso la Madonnetta. È poi ricordata l' *Emys Michelottii*, Peters, come rinvenuta a Pareto.

Figurano nella medesima raccolta di fossili i resti di un altro rettile, proveniente da Santa Giustina, disgraziatamente ridotti a pochi e minuti frammenti. I principali consistono nella parte terminale dei mascellari inferiori con parecchi denti ed alveoli, in vari pezzi staccati dalla mandibola destra e sinistra, in parecchi denti liberi anteriori, medi e posteriori, in minuzzoli di cranio, in quattro vertebre, in una costa quasi intera, in pezzi d' ossa lunghe.

Da quanto ho potuto osservare, risulta che questi avanzi appartengono ad un piccolo crocodiliano ancora giovine, (parte dei suoi denti anteriori erano appena spuntati dagli alveoli), la cui lunghezza doveva di poco superare 1 metro. Il suo rostro era relativamente largo e schiacciato come negli alligatori, ma mentre in questi rettili i due mandibolari si riuniscono anteriormente, formando un arco sottile, nel fossile si allargano, risultandone, come nei *Crocodilus*, un tavolato osseo, che serve di base alla parte anteriore del rostro.

Non solo per la larghezza del muso, ma ancora per la irregolare distribuzione degli alveoli, non equidistanti, e pel numero e la piccolezza dei denti, sembra che il nostro fossile si discosti dai gariali [1]. Credo, perciò, che si riferisca propriamente al genere *Crocodilus*, quantunque non sia possibile verificare se, come nei coccodrilli tipici, al canino inferiore di ciascun lato corrisponda, nell' intermascellare sovrapposto, una apposita fossetta. Esso, ad ogni modo, differisce dalle specie della fauna odierna per la piccolezza dei suoi denti (i quali dovevano essere in numero maggiore) [2] e, secondo

---

[1] Il vocabolo *gariali* è più corretto di *gaviali* generalmente adottato.

[2] Tra le specie viventi, sembra che la nostra possa avvicinarsi al *C. biporcatus*.

ogni verosimiglianza, si distingue pure dalle specie estinte fin qui descritte.

Presento l'effigie (fig. 19 e 20) di un dente anteriore e di uno posteriore del coccodrillo di Santa Giustina. Il primo è sottile, appuntato e compresso: il secondo si distingue per la forma bulbosa della corona.

Fig. 19. *Fig. 21.* *Fig. 20*

Coccodrillo di Santa Giustina

Fig. 19. Dente anteriore: grand. nat.
» 20. Dente posteriore: grand. nat
» 21. Dente medio con frammento di mandibola: grand nat

La fig. 21 rappresenta un dente ancora impiantato nel suo alveolo e che attribuisco alla parte media della mandibola destra. In tutti, la corona è distintamente carenata e presenta strie sottili ed irregolari nel senso longitudinale: in uno dei denti medi la carena, osservata con buona lente, apparisce minutamente denticolata.

Nella formazione bormidiana delle Carcare, fu segnalata una piastra dentale superiore di *Myliobates*, riferibile ad una specie (*M. Bellardii*, Issel) non ancora rinvenuta altrove. Dei caratteri generali e delle dimensioni di questa piastra si può acquistare un giusto concetto osservando le annesse figure (fig. 22 e 23).

La piastra è assai convessa nel senso della larghezza ed arcuata longitudinalmente. La superficie triturante è liscia,

nitidissima ed offre denti maggiori assai larghi, in confronto della lunghezza, a suture un po' sinuose e fatte a gradino, cioè per modo che il margine anteriore di ciascun dente è

Fig. 22.

Piastra dentale sup. di *Myliobates Bellardii*: grand nat

Fig. 23.

Piastra dentale sup. di *Myliobates Bellardii*, sezione trasversale; grand. nat.

un po' più elevato del posteriore del dente confinante. Nell' unico esemplare di questo fossile che mi sia noto, i denti medi, più o meno completamente conservati, sono in numero di 7 e i laterali sono 6, tutti piccolissimi e in forma di losanga.

I caratteri della superficie radicale della piastra sono in gran parte alterati dalla fossilizzazione; tuttavia, si può notare in proposito che i rilievi sembrano relativamente grossi ed assai stipati.

Altri denti di pesce, provenienti da diversi punti dell' Apennino ligure, sempre però dallo stesso orizzonte geologico, appartengono alle specie: *Carcharodon megalodon*,

Oxyrhina Desori, *Olodus appendiculatus*, *Lamna cuspidata*, *L. crassidens*, *L. compressa* ([1]). Oltre a ciò, la collezione Perrando comprende un piccolo ittiolito intero, in buon stato di conservazione, il quale aderisce ad un frammento di mollassa a grana minuta e fu trovato a Santa Giustina. Si tratta di un piccolo *Rhombus*, testè descritto e figurato dal dottor Pollini, col nome di *R. Ligusticus* ([2]).

A Sassello, a Santa Giustina e a Mioglia, le assise a conchiglie marine somministrarono crostacei fossili che furono determinati dal signor Ristori. Sono: *Hopoplaria*, *Callianassa*, *Pagurus*, *Ranina*, *Mursiopsis* ([3]), *Cœloma* ([4]), *Grapsus*, *Neptunus*, *Eriphius*, *Palæocarpilius* ([5]). Si tratta di una fauna che ha stretti rapporti con quella del miocene inferiore del Vicentino.

A Sassello, oltre ai resti di crostacei, si trovarono impronte e modelli indubbiamente riferibili ad insetti. In una impronta assai nitida si vedono distintamente due elitri di coleottero ed una zampetta articolata; un'altra lascia scorgere frammenti di torace ed una zampa a coscia compressa, che appartenevano probabilmente ad un emittero nuotatore.

Passando a render conto delle conchiglie, assai più numerose degli altri fossili, sono da segnalarsi il *Nautilus decipiens*, Michel., di Mioglia, il *N. Allionii*, Michel., ed una grossa *Aturia* della medesima provenienza. In altri *Nautilidæ*, due dei quali di Sassello ed un terzo, assai voluminoso, di Santa Giustina, posseduti dal Museo di Genova, i caratteri generici e specifici sono in gran parte occultati.

([1]) Uno dei punti più ricchi di tali fossili è Mioglia.

([2]) *Sopra alcuni avanzi di pesci fossili terziari* ecc. Milano, 1889.

([3]) *M. pustulosus*, Ristori, genere e specie nuovi, fondati sopra un bell'esemplare della collezione Perrando.

([4]) *C. vigil*, A. M. Edw.

([5]) *P. macrocheilus*, Desm.

Fra le conchiglie appartenenti agli altri ordini, mi basterà citare, per la loro perfetta conservazione e le dimensioni eccezionali, il *Cassis mammillaris*, Grat., la *Pyrula clara*, Bast. [1], la *Myristica basilica*, Bell., la *Cuma sexcarinata*, Michel., l'*Ostrea gingensis*, Schloth.

La *Natica (Megatylotus) crassatina* supera tutte le altre specie per la profusione degli esemplari, uno dei quali misura m. 0, 40 di circonferenza e m. 0, 14 d'altezza.

Pei grandi *Cassis*, *Strombus*, *Fusus*, *Murex*, *Turbinella*, per numerosi *Cyprœa*, *Oliva*, *Ancillaria*, *Solarium*, *Pholadomya*, *Cardita*, *Crassatella*, la fauna di Santa Giustina, Sassello, Mioglia, Cairo, Dego, Pareto assume un carattere che ricorda quello dei mari tropicali odierni. Abbondantissime le *Turritella*, principalmente la *T. turris*, Bast., e le ostriche (*O. gingensis*, Schloth., *O. cochlear*, Poli, var.) e i *Pecten* delle sezioni *Chlamys* e *Janira*. Degni di nota, ma non comuni, i generi *Priamus*, *Terebellum*, *Scaphander*, *Panopæa*. I *Potamides*, non meno abbondanti di *Turritella* (*P. prolignitarum*, *P. promargaritaceus*, *P. solitarius*, *P. Isseli*, tutti del Sacco), accennano ad acque salmastre, mentre grosse *Cyrena*, alcune *Ampullaria* e *Melania* accusano l'esistenza di acque dolci, quali stagnanti, quali correnti. La fossilizzazione risparmiò le spoglie di pochi altri testacei estramarini fra i quali bizzarri *Strophostoma* dall'ultimo giro rialzato verticalmente [2], *Hyalinia*, *Helix*, *Limnaea* [3].

La varietà degli echinodermi è invero straordinaria, talchè le specie di questa formazione conservate nel Museo geologico universitario di Genova superano le 50. Vi sono

---

[1] Un esemplare di questa specie raccolto a Sassello, misura 7 centimetri di lunghezza.

[2] Lo *Strophostoma Italicum*, Sacco, fu segnalato a Sassello, Mioglia, Carcare e Dego. Io posseggo avanzi dello stesso genere, e probabilmente della medesima specie, raccolti a Grifoglietto, presso Isola del Cantone

[3] La *L. bucciniformis*, Sacco, fu rinvenuta a Cadibona.

principalmente rappresentati i generi: *Schyzaster*, *Clypeaster*, *Emiaster*, *Eupatagus*, *Echinolampas*. Per la bellezza degli esemplari, meritano di essere ammirati: *Echinolampas politus*, Desm., *Pericosmus latus*, Ag., *Scutella tenera*, Laube, *Encope perspicillata*, Ag., di cui debbo la determinazione al collega prof. Pantanelli.

Non mancano i crinoidi ed oltre al *Pentacrinus Gastaldii*, di cui s' incontrano frammenti di stelo ed articoli staccati tanto nel miocene medio quanto nell' inferiore [1], deve essere citata una specie del medesimo genere della quale figurano, tra i fossili della collezione Perrando, parecchi pezzi di stelo, raccolti a Costa d'Ovada (fig. 21), ed uno, di Mioglia, cui aderisce parte del calice.
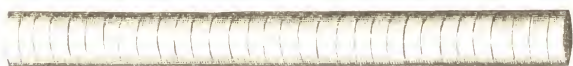
Fig. 21. — *a*

Stelo di *Pentacrinus* di Costa d'Ovada: grand. nat.
a sezione trasversale del medesimo.

I coralli non la cedono agli echinodermi per la copia e la varietà. Si distinguono, fra gli altri, i generi: *Trochocyathus*, *Flabellum*, *Stylophora*, *Euphyllia*, *Stylocœnia*, *Montlivaultia*, *Dasyphyllia*, *Favia*, *Septastræa*, *Latimeandra*, *Thamnastræa*, *Pleurocora*, *Astrangia*, *Trochoseris*, *Balanophyllia*, *Madracis*, *Turbinaria*, *Porites*, tutti citati dal Michelotti.

I polipai più voluminosi ed abbondanti costituiscono adunamenti paragonabili a veri frangenti, così, per esempio, al Bricco delle Chiappe, alle Cascine Cravin, al Monte Gippone, ai Bergiavelli, al Rio dei Zunini, a Vallazza (fra la Maddalena e il Ponte dell' Erro), a Monte Savino, ecc. ecc.

Nelle scogliere madreporiche visibili presso Sassello, che

[1] Si trovano a Serravalle Scrivia, a Gavi, a Cairo Montenotte, a Tagliolo.

sono le principali, non mi fu dato osservare forme atollari. Esse ebbero origine, a quanto credo, lungo tempo dopo la formazione delle ligniti e dei conglomerati, allorchè il mare bormidiano, che aveva occupato tutta la regione apenninica, si era in gran parte ritirato, mantenendosi ancora in seni, baie e stretti poco profondi, lungo le coste frastagliate delle isole situate presso a poco laddove ora sorgono l'Ermetta, il Dente, il Reixia ecc.

In virtù di una lenta pseudomorfosi, dovuta, io credo, ad acque filtranti, i polipai sono frequentemente convertiti in calcare spatico. Perciò, il calcare madreporico del miocene si confonde facilmente col calcare cristallino triassico, sottoposto.

I polipai fossili del miocene sono assai ricercati nei dintorni di Sassello, nelle Langhe e nell'alto Monferrato, ad uso di pietra da calce o per inghiaiare le strade e, mentre alcuni giacimenti furono già distrutti dalla mano dell'uomo, è presumibile che altri saranno ben presto esauriti.

Negli strati medi (marini) del bormidiano inferiore abbondano le nummuliti appartenenti a varie specie. A Bava, presso Sassello, la *Nummulites intermedia*, d'Archiac, var. *bormiensis*, proveniente dallo sfacelo di una mollassa poco salda, copre coi suoi piccoli gusci discoidali (fig. 25) uno spazio di parecchi ettari e spesso è accompagnata dalla piccola *N. Fichteli*, Michel.; la medesima varietà, colla *N. operculiniformis*, d'Orb., si trova comunemente a Prato Vallarino. La *Nummulites Boucheri*, De la Harpe, associata alla *Operculina complanata*, Bast., si raccoglie sulle colline di Brigiola. L'ultima è frequente anche a Mioglia.

Fig. 25.

Nummulites intermedia, D'Arch., var. *bormiensis*: grand. nat.

Le assise inferiori del piano bormidiano si distinguono eziandio per la copia di filliti: ciò principalmente a Santa Giustina, a Sassello, a Massimino e a Nuceto.

Da Sismonda furono segnalati nel primo punto: *Cyperus Charannesi*, *Populus leuce*, *Quercus furcinerris*, *Cinnamomum spectabile*, *Sparganium Valdense*, *Lastræa Styriaca*, *Pteris inaequalis*. Vi furono riconosciuti da Squinabol (¹): *Chara Meriani*, 2 sp. di *Chrysodium*, una di *Polipodium*, una di *Pellæa*, una di *Adiantum*, una di *Plenasium*, una di *Hypolepis*, 3 di *Goniopteris*, 6 di *Aspidium*, una di *Trichomanes*, una di *Hymenophyllum*, 2 di *Lygodium*, una di *Sphenopteris*, 2 di *Aneimia*, una di *Equisetum*, il *Pinus palæostrobus*, un' *Abies*, la *Sequoia Langsdorfi*, la *S. Tournali*, il *Taxodium distichum*, il *Glyptostrobus Europaeus*, il *Dryophyllum Dewalquei*, de Sap., la *Myrica æmula*, de Sap. e il *Dryandroides elegans*, Ettingsh., con numerosi esemplari di *Castanea*, *Ficus*, *Salix*, *Platanus*, *Palælobium*, *Sassafras*, *Laurus*, *Cinnamomum*, *Cercis*, *Graeria*, *Phœnix*, *Sabal*, *Latania*, che si stanno ora studiando. Alcuni carpoliti appartengono ai generi *Cassia* e *Apeibopsis*, altri ad una leguminosa.

Rispetto al significato loro, dal punto di vista cronologico, sono da notarsi le specie precitate di *Dryophyllum* e *Myrica* e il genere *Chrysodium* ritenuti fin qui eocenici.

Negli strati di marna intercalati tra quelli di mollassa furono rinvenuti delicatissimi residui vegetali, come fogliolinc di felci, di conifere, di ciperacee, di naiadee, fiori indeterminati, semi di *Chara* (²), legumi di *Acacia*. Alcune foglie di dicotiledoni e di felci lasciano scorgere alla loro superficie

---

(¹) *Contribuzioni alla flora fossile dei terreni terziari della Liguria*. II. Genova, 1889. III. Genova, 1891. — *Di un tipo pliocenico di Quercinea ecc.* Genova, 1890.

(²) Tali semi furono da me rinvenuti a Brigiola, a settentrione di Sassello.

le tracce di funghi parassitici, analoghi alle *Sphaeria*, da cui erano infestati [1].

In una foglia di *Cinnamomum* fossilizzata entro una mollassa marnosa, a grana fina e omogenea, apparisce la viva lucentezza propria alla pianta fresca e si osserva un foro circondato da un cercine, il quale accenna alla puntura di un insetto e forse al residuo di una piccola galla. Altre foglie presentano un principio di accartocciamento, come se la fossilizzazione le avesse colte già disseccate. È notevolissima la conservazione di una foglia di *Goniopteris polypodioides*, Ettingsh., in cui si hanno pinnule quasi complete che portano le fruttificazioni, cioè le impronte degli sporoteci in numero di 4 o 5 per parte.

Nella tavola XIII, di cui sono in gran parte debitore ai signori sac. Morelli e prof. Squinabol, ci siamo prefissi di offrire un quadro ideale, ma pur fondato sopra dati paleontologici positivi, del territorio di Santa Giustina, durante i primi tempi dell'epoca bormidiana. Il fondo del paesaggio è occupato da rupi e da folta vegetazione, in cui dominano piante arboree dicotiledoni, come *Olea*, *Laurus*, *Cinnamomum*, *Populus* ecc. Sporgono dalla boscaglia le sommità di alcune araucarie, di parecchi abeti e di una *Phoenicites* simile alla comune palma da dattero. Varie palme spiccano nel primo piano e sono, a sinistra e in basso, una *Isselia*, un po' più in alto, un *Sabal* e due *Flabellaria* dalle ampie foglie. Verso la parte media, sorge una *Geonoma*, appiè della quale fruttificano le *Tipha*. A destra, al margine di una palude in cui si perde un magro corso d'acqua, spesseggiano i *Cyperus* con altre monocotiledoni acquatiche, mentre nel secondo piano si leva un'altra palma riferibile al nuovo genere *Perrandoa*.

---

[1] Sopra una foglia di *Aneimia* della collezione Perrando, tali tracce sotto forma di cerchietti assai regolari, si trovano in gran numero.

Per animare il quadro, fu collocato in mezzo un *Anthracotherium* [1], nell' atto di cercare il pascolo nella palude, e poco lungi, nel primo piano, una *Trygonix*. Il rostro nero che si vede emergere dall' acqua, a destra, è quello di un piccolo coccodrillo.

Rocce e Minerali.

Rocce. — Esponendo alcune nozioni sulla stratigrafia dei depositi miocenici, ho già enumerate e descritte per sommi capi le principali varietà di rocce, per la massima parte clastiche, di questi depositi, additando alcuni particolari notevoli circa gli elementi dei conglomerati e la loro frequente impressione.

Per adempiere al compito che mi sono prefisso, mi propongo ora di descrivere le condizioni di giacitura e i caratteri di certe rocce cristalline, appartenenti ad una formazione propriamente vulcanica, situata al Capo d'Aglio, presso Monaco, e nelle sue immediate vicinanze. Ivi si trova una specie di conglomerato che risulta formato di cògoli imperfettamente arrotondati, cementati da detriti vulcanici. Questi cògoli, di dimensioni variabili (il più delle volte non raggiungono la grossezza di una testa umana), sono quali di color bruno violaceo, quali bigi, quali verdastri e presentano distinta struttura cristallina e qualche volta anche tessitura porfirica ben manifesta. Quando sieno spezzati, apparisce, dal colore della periferia, diverso da quello della parte interna, che soffrirono alterazione più o meno profonda; alcuni acquistarono per tale alterazione una struttura distintamente concentrica.

In questo punto la potenza della formazione può stimarsi, a occhio, di una diecina di metri; essa è oscuramente e ir-

---

[1] Per ottenere una ricostruzione soddisfacente di questo pachiderma, non si risparmiarono indagini e confronti.

regolarmente stratificata, presentandosi immersa verso levante con inclinazione di una ventina di gradi.

Alla periferia del piccolo capo, il mare copre la base del deposito vulcanico, il quale, verosimilmente, si estende alquanto sott'acqua, massime verso ponente. Alla radice del capo stesso, si vede il conglomerato riposare sopra una dolomia biancastra o lionata, a struttura minutamente cristallina, riferibile al giurassico.

Risalendo il ripido pendio della costa fino alla strada maestra, si vedono emergere quà e là, dalla terra vegetale dei campi, detriti vulcanici assai alterati che accennano allo estendersi saltuario o continuo del deposito. Anche sopra la strada maestra, a più di cinquanta metri sul livello del mare, si vedono pietre vulcaniche.

A ponente del Capo d'Aglio, la formazione vulcanica si estende fino al Capo Mala, altra piccola punta del litorale. Un secondo affioramento più piccolo, che non ho veduto, si troverebbe, secondo Chambrun de Rosemont, alla base del Capo Martin, sulla costa orientale.

Dalla posizione rispettiva e dalla natura dei due lembi di cui sopra, dalla configurazione della costa e del fondo marino, argomento che il cratere dal quale furono proiettati quei materiali vulcanici si trovasse probabilmente in un punto, ora sommerso, distante non più di cinque a sei chilometri dal Capo d'Aglio. La grossezza dei massi vulcanici rende poco probabile che lo spiraglio si trovasse più lontano; se fosse stato più vicino, i prodotti delle sue eruzioni sarebbero caduti in copia maggiore lungo il litorale ed avrebbero lasciato residui più addentro nell'interno.

La roccia del Capo d'Aglio presenta, come dissi, color bruno traente un po' al violaceo; talvolta invece passa al grigio e in altri esemplari al verdastro. Ha struttura distintamente cristallina, che si manifesta ad occhio nudo con faccette di sfaldatura lucenti. In certi esemplari, è facile verificare, anche senza far uso del microscopio, che risulta prevalentemente di un minerale di color chiaro, bruno o grigio

(feldispato) e di uno scuro, verde o nerastro (pirosseno): quest' ultimo offre perfino cristalli di mezzo centimetro di lunghezza. In alcuni esemplari, la roccia apparisce ruggiinosa per alterazione; in altri, è intonacata di una incrostazione fibrosa, di color verde malachite, la quale, tuttavolta, non ricetta punto rame e si riferisce probabilmente al gruppo delle cloriti [1]. In ogni caso, la pietra ha il tatto ruvido ed è piuttosto tenace e pesante: il suo peso specifico varia secondo gli esemplari, tra 2,61 e 2,83. Dalle analisi istituite dal sig. Montemartino, risulta che contiene silice in proporzione variabile tra 55,89 e 51,38 per 100.

Esaminata la roccia al microscopio, apparisce come un aggregato cristallino di feldispato, il quale, alla luce polarizzata, si colora vivamente e si manifesta quasi tutto formato di plagioclasio (labradorite), colle sue zone a colori alternati. In questo aggregato sono sparsi in numero variabile (secondo la preparazione che si osserva) cristalli verdi, con poco o punto dicroismo, di un pirosseno che pare augite e molte opaciti a riflessi bruni (magnetite). Montemartino vi ha segnalato subordinatamente, in alcuni casi, anfibolo ed apatite. Come minerale accessorio, ho riconosciuto eziandio in un esemplare la mica in piccole lamelle gialle e lucenti, ma non ho potuto accertare la presenza del quarzo.

Una delle preparazioni offre accenno di tessitura sferolitica, cioè vi si notano piccoli adunamenti di un minerale concrezionato concentricamente, nell' interno dei quali sono sviluppati cristallini incolori e fibre convergenti al centro [2].

I cristalli di plagioclasio, generalmente voluminosi e distinti, sono connessi da un cemento microlitico della stessa

---

[1] Questa materia si liquefà agevolmente in smalto nero, al cannello senza colorare la fiamma: essa fornisce le reazioni del ferro.

[2] Questi cristallini si fondono al cannello in vetro bolloso, colorando la fiamma in violetto.

natura, il quale assume lieve tinta rubiginosa, dovuta, credo, alla alterazione delle opaciti. Essi ricettano inclusioni vetrose e pori a gas, bene spesso simetricamente disposti; non ho osservato inclusioni liquide. Alcune volte questi cristalli sono alterati e convertiti in una sorta di caolino.

Notevoli, fra le opaciti, alcune a sezione regolarmente esagona ed altre a contorno perfettamente circolare, che accennano a sferette originariamente fuse.

Segue l'analisi chimica di una andesite del Capo d'Aglio [1], data dal sig. Montemartino:

Acqua	2, 42
Silice	55, 50
Ossido ferrico. . .	7. 79
Allumina.	19. 56
Calce	7. 67
Magnesia	2. 76
Alcali (per differenza) . . .	4, 30
	100. 00

Ad occidente di Nizza, le rocce vulcaniche, le quali spettano principalmente al tipo andesite, spuntano all'esterno in vicinanza del mare, al Cros de Cagnes, poi nei pressi di Vence e di Aspres (come può vedersi dalla carta geologica dei dintorni di Vence del sig. Blanc) e, procedendo ancora verso occidente, si presentano in espandimenti di gran lunga maggiori a Villeneuve, S. Julien, Vaugrenier, Biot e nella penisola d'Antibo. Queste sono alla loro volta, per così dire, le sentinelle avanzate di altre masse più cospicue, di tipi litologici diversi, che si estendono, lungo la costa, fra i golfi di Napoule e di Frejus e, nell'interno, fino a più di 30 chilometri dal mare.

Secondo Niepce, le trachiti della valle del Varo sarebbero riferibili a due diverse età; le une risalirebbero al miocene,

---

[1] Il peso specifico dell'esemplare è 2, 65.

le altre solo al quaternario. A Villeneuve e Biot, le trachiti traverserebbero una mollassa miocenica e alla Gaude, nella valle del Varo, si presenterebbero in dicchi entro un deposito quaternario [1].

De Chambrun de Rosemont scrive che nella valle del Mardaric, al nord di Biot, le trachiti coprono l'eocene con *Nummulites papyracea* e *sella*, *Cidaris serratus*, ecc. e che, all'est, avrebbero sollevata e metamorfosata una formazione fossilifera postpliocenica. A Villeneuve, soggiunge, un banco della stessa età avrebbe subito uno spostamento dovuto alla eruzione della trachite. Lungo il litorale, gli affioramenti trachitici, osserva lo stesso autore, sono allineati in un semicircolo, ed egli si chiede se non sono il residuo di un vasto cratere.

Secondo le mie osservazioni, le andesiti, dei pressi di Monaco e della valle del Varo sarebbero riferibili ad un solo orizzonte geologico, compreso tra l'eocene e il miocene inferiore. Infatti, queste rocce attraversano indubbiamente assise pertinenti al nummulitico, inducendo nelle medesime sensibile metamorfismo, ma non si vedono in alcun punto propriamente iniettate tra sedimenti pliocenici e quaternari. Di più, nel conglomerato pliocenico di Cagnes e di Saint Laurent raccolsi ciottoli di andesite che dimostrano la preesistenza di questa roccia al conglomerato.

Nulla ho potuto osservare nei dipartimenti delle Alpi Marittime e del Varo che avvalorasse il supposto di eruzioni vulcaniche plioceniche e quaternarie.

Minerali. — Nella formazione miocenica non sono a registrarsi che scarse specie minerali, la cui descrizione sarebbe qui inopportuna. Le assise messiniane ricche di gesso,

[1] Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 21 mars 1887.

di salmarino e di petrolio nel Vogherese e nel Parmigiano, mancano di questi minerali nella Liguria propriamente detta. Presso i confini del nostro territorio, il miocene superiore offre selenite a Carezzano, presso Cassano Spinola, petrolio ad Amiano, lignite con tracce di bitume a Garbagna; la lignite abbonda, come ognuno sa, nel miocene della bassa valle di Magra. Nei conglomerati ghiaiosi del rio di Bocca d'Asino si trovano conchiglie convertite in calcite spatica. Quanto al miocene medio, ci presenta druse di aragonite e di calcite, nonchè resti di echinodermi e conchiglie convertiti in calcite spatica nella pietra di Finale, a Verezzi. Le mollasse del piano bormidiano hanno in molti punti la proprietà di convertire i fossili in pirite. Il Museo geologico di Genova possiede un piccolo pesce (*Rhombus*), di cui già accennai, in gran parte piritizzato. Si trovano nelle medesime condizioni un modello di *Dolium* ed un polipaio dei pressi di Sassello [1] e due *Potamides* di Cassinelle, appartenenti allo stesso museo.

Nei dintorni di Sassello, e principalmente presso il Rio dei Zunini, sono frequenti, commisti ai fossili marini, frammenti di legno fossile che acquistarono consistenza litoidea perchè convertiti in silice.

Fra i minerali dei conglomerati miocenici inferiori, giova ricordare la lignite picea o xiloide che si trovò in copia a Cadibona, a Massimino, a Nucelo e in straterelli o in piccole vene non continue a Portofino, Celle, Santa Giustina, Sassello, Carcare, Isola del Cantone, Mornese, Voltaggio, ecc. Alla superficie di tali conglomerati, ove risultano di elementi serpentinosi, ebbi ad osservare più volte efflorescenze di epsomite

---

[1] Il polipaio fu raccolto da me, precisamente nel punto denominato Battella, in una marna arenacea di color bigio scuro, contenente molti piccoli *Cardium* ed altre bivalve.

e di melanterite. Sopra un campione di lignite piritosa raccolto di contro alla cappella del Salto, sulla riva destra del Sansobbia, si vedono commiste efflorescenze di melanterite, apatelite e botriogene.

Non credo dover qui enumerare i minerali svariatissimi isolati od impegnati in rocce più o meno ben distinte, contenuti nei conglomerati. Ma, in via d'eccezione, porgerò qualche notizia di un corpo, notevole per la forma e la composizione mineralogica, incontrato nel conglomerato di Voltaggio. È un prisma a base pentagona, irregolare, alto 5 centimetri e largo altrettanto, che ha l'aspetto d'un frammento di piccola colonna basaltica e sembra dovuto a fratture di ritiro. Certo è che le incidenze dei suoi piani sono incompatibili col supposto che corrispondano a facce cristalline e a piani di sfaldatura. Il colore dell'esemplare è bigio nerastro, traente all'azzurrognolo, nelle fratture fresche, e bigio verdastro ove fu lungamente esposto agli agenti atmosferici; ha struttura granosa, è aspro al tatto, duro, tenace; al cannello, si liquefà agevolmente in smalto nero e somministra le note reazioni del ferro.

Sottoposta una sezione sottile del prisma all'esame microscopico, riconobbi innanzi tutto che vi prevale un minerale di color azzurro, trasparente, in cristalli allungati secondo (001), indubbiamente glaucofane, associato ad altri elementi cristallini, quali isotropi, quali anisotropi. Il dottor Artini, il quale, da me pregato, volle prestarmi il sussidio della sua esperienza nel definire i componenti della roccia, vi trovò, oltre la glaucofane: 1.º granato roseo, ricco di inclusioni, screpolato e intensamente alterato alla periferia con produzione di clorite; 2.º anfibolo verde (smaragdite); 3.º rutilo in granuli sottili e in cumuletti (vedasi nella tav. XVII la sezione della roccia). A questi si unisce forse omfacite, secondo l'Artini, ma in granuli privi di contorni cristallini, per modo da rendere impossibile la diagnosi senza ricorrere ad altre sezioni.

Si tratta, in conclusione, di una eclogite a glaucofane (gastaldite), roccia nota fra le Alpi, ma non estranea all' Apennino ([1]).

Sistema eocenico.

Considerazioni generali.

Nello studio dell' eocene superiore si affaccia a tutta prima, presso di noi, una causa di grande incertezza. Secondo la maggior parte degli autori, l' ultimo termine della serie eocenica è il piano liguriano, fondato, come il suo nome lo indica, sopra una formazione assai sviluppata in Liguria; piano costituito poco felicemente perchè questa formazione, essendo poverissima di fossili e quasi affatto destituita di quelli che porgono i migliori criteri cronologici, non può essere adeguatamente identificata cogli orizzonti fossiliferi dell' Europa settentrionale e specialmente del bacino di Parigi, che hanno servito e servono a distinguere nel sistema eocenico le divisioni e suddivisioni opportune. Infatti, per alcuni autori, il liguriano si connette al tongriano e all' aquitaniano per costituire il sistema oligocenico, ben legittimo e naturale se si considera la stratigrafia di alcune plaghe germaniche, arbitrario, anzi assurdo, rispetto al nostro suolo, in cui apparisce spiccatissima la distinzione fra l'eocene superiore e il tongriano (parte del bormidiano) e indefinita la separazione fra il piano superiore e i sottostanti dell'eocene. Per alcuni, il liguriano costituisce un piano posteriore al parigino; per altri ancora, la suddivisione più elevata del piano parigino. Finalmente, per Sacco, è un piano più antico del bartoniano.

La ragione di tali divergenze sta in ciò che il concetto di liguriano, applicato a certe forme litologiche assai carat-

[1] Credo di averla rinvenuta in posto fra quelle del gruppo di Voltri nel territorio di Sassello.

teristiche, è quello di una *facies*, piuttostochè di un piano, di una *facies*, la quale, nella Liguria orientale, come in Toscana, si manifesta non solo nell'eocene superiore, ma anche nell'inferiore e perfino nel cretaceo. Infatti, furono rinvenuti fossili cretacei a Vezzano, nella pietra forte, la quale non è che una varietà del macigno liguriano.

Volendo mantenere nella cronologia il piano liguriano, sia pure come suddivisione del parigino, si manifesta la convenienza di scindere questo piano in due parti, nella superiore, cioè, che risulta precipuamente di calcari e di arenarie (che assume cioè la *facies* del *Flysch* svizzero), raggiungendo una potenza di almeno 900 metri, e nella inferiore, rappresentata dalle formazioni ofiolitiche, con spezzezza massima superiore a due chilometri. A siffatta suddivisione io già proposi di assegnare il nome di infraligurìano; ma non mi dissimulo che le ragioni stesse addotte contro l'ammissione di un piano liguriano militano pure contro la mia proposta. Per concludere, credo che i termini di liguriano e di infraliguriano (limitato quest' ultimo alla formazione ofiolitica terziaria e alle rocce di sedimento che immediatamente vi si connettono) non debbano mantenersi che provvisoriamente, quali nomi di *facies* appartenenti a piani od orizzonti non ancora perfettamente definiti, e solo per sostituire altre divisioni tassonomiche più legittime, che la deficienza di documenti paleontologici non ci permette di applicare.

Nella Riviera orientale, la parte inferiore del piano liguriano è rappresentata da rocce, parte scistose, parte arenacee. Le prime sono assai sviluppate ed assumono caratteri assai spiccati presso Lavagna, e nelle valli del Bisagno e di Fontanabuona, ove costituiscono le note ardesie, ricercate per la copertura dei tetti.

Alla base della zona scistosa ed arenacea, si trova, nella Liguria orientale e media, la formazione ofiolitica, della quale mi occuperò a lungo in altro paragrafo, e sotto questa si succedono per lungo tratto, altri banchi d' arenaria generalmente assai tenace, con alternanza di straterelli sci-

stosi (di argilloscisti e calcescisti): tali rocce si continuano fino al promontorio occidentale del Golfo della Spezia, ove, mercè una transizione non brusca, ma graduata, passano alle forme litologiche attribuite al cretaceo, cui, pel rovesciamento già più volte ricordato, sono sottoposte. Mancando i fossili e l'ordine originario degli strati essendo alterato da frequenti pieghe, è ancora incerto il posto che spetta nella cronologia a questa serie, la quale corrisponde probabilmente a gran parte del parigino e forse anche al suessoniano.

Liguria occidentale.

Nella parte occidentale del nostro campo d'investigazione, l'eocene incomincia in riva del mare, al Capo della Mortola con assise nummulitiche, riccamente fossilifere, limitate, ad ovest, dal cretaceo di Mentone, e, facendo astrazione dai sedimenti pliocenici e quaternari che parzialmente lo ricoprono, si estende attraverso a tutta la provincia di Porto Maurizio fino alla foce del Neva. A nord-est, il suo confine passa presso Arnasco e Nasino, ove è limitato da calcari triassici, segue poi, verso settentrione, una linea assai frastagliata, parallela alla valle del Tanaro, raggiunge la striscia cretacea di Upega e s'insinua quindi, pel Monte Bertrand (m. 2482), nell'alta valle del Vermenagna con propaggini prolungatissime verso nord-ovest.

Attorno al colle di Tenda (m. 1873), emergono dal pelago eocenico, alcune isole triassiche. Alla cima delle Lose, fra le Alpi Marittime (a ponente di Bersezio), l'eocene, rappresentato da un piano ricco di nummuliti, s'innalza a 2800 m. sul livello del mare. I macigni superiori al piano nummulitico raggiungono poco lunge, all'Incastraia, m. 2955 di altitudine: ciò secondo le recenti osservazioni di Sacco [1].

[1] Fra i Pirenei i depositi eocenici marini risalgono ad oltre 3300 m., e nell'Imalaia raggiungono quasi 6000 m.

Alcuni lembi, che sembrano spiccati dal gran mantello eocenico di cui è coperta quasi tutta la provincia di Porto Maurizio, si osservano nell' alta valle del Varo presso Poggetto Theniers, fra la Tinea e la Vesubia, tra i monti di Contes e di Berre, alla Cima del Rocaillon e alla cima delle Calmette. Altri figurano nelle carte a ponente della via di Tenda (verso Piena), poi a nord del Moulinet, nella valle del Gesso presso Valdieri, alla Testa Ciaudon (m. 2365), al Passo Saline e al Mongioie (m. 2631), quali circondati dal cretaceo quali dal giuralias, quali dal trias, quali da terreni pertinenti a più d' un sistema.

La grande formazione eocenica della Liguria Marittima, è quasi costantemente rappresentata, lungo il suo confine occidentale e settentrionale, da una zona irregolare di calcari bigi, bruni o rossastri, bene spesso arenacei, con rizopodi, coralli, conchiglie e qualche crostaceo, zona riferibile al piano medio o nummulitico, la quale si ritrova in parecchi lembi staccati nel Nizzardo. Le località più ricche di fossili sono: Roquestéron, la Palarea, l' Escarène, il Colle di Braus, i pressi di Mentone e della Mortola; più a levante, raccolsi nummuliti al Passo dell' Arpetta, alla Testa d' Alpe, e, in scarsa copia, alla caverna della Giacheira sopra Pigna e sopra le Terre Bianche, non lunge da Santo Stefano.

Alle Capanne di Pouriac, alla Cima della Lose e in altri punti delle Alpi Marittime, fra i calcari nummulitici e i sottoposti pertinenti al sistema cretaceo, si trovano alcuni strati di scisto di color bigio scuro, sparsi di macchiette bianche meandriformi, dovute forse a vegetali (*Lithothamnium*).

Sul versante occidentale del Monte Bellinda, si presenta sovrapposta ad un arenaria micacea ad inocerami, riferibile al cretaceo, la seguente serie eocenica:

a) Calcare nummulitico, marnoso, grigio-scuro, con *Nummulites perforata*, *N. Lucasana*, *Hemiaster obesus*, *Trochocyathus ornatus* e *Cycloseris Perezi*. Questo contiene alla base grossi ciottoli selciosi.

b) Calcare marnoso con *Axilina exponens*.

c) Calcare marnoso ad *Orbitoides Fortisi.*

d) Marne argillose, scure, fogliettate, con vene di aragonite.

e) Altre marne più compatte.

f, g, h) Marne a strati più sottili, scistose, con piccoli frammenti d'ambra e frustoli vegetali.

i) Banco nummulitico con *Nummulites striata* ed *Ostrea gigantica.*

j) Marne che fanno transizione ad arenarie.

k) Calcare nummulitico forse pertinente al piano *b.*

Questa serie, segnalata dal Fontannes, il quale inclinava ad interpretarla come una regolare successione di strati, sarebbe dovuta, secondo Taramelli, ad un arricciamento di strati (tutt'altro che insolito nella formazione di cui si tratta) che avrebbe per effetto di ricondurre tre volte alla superficie, lungo la pendice del monte, i medesimi banchi fossiliferi [1]. Anche Potier attribuiva al ripetersi di piccole pieghe la successione ora descritta, nella quale la serie nummulitica non è certamente estesa e complessa come sembra a prima giunta. Fra la vetta del Monte Bellinda e quella di Castel d'Appio, si danno indubbiamente altre pieghe mozzate della formazione eocenica, cioè almeno due anticlinali separati da un sinclinale, il cui asse corrisponde al Rivo di Latte; da Castel d'Appio a Ventimiglia, le assise eoceniche rimangono in gran parte coperte dai conglomerati pliocenici e si rende arduo il compito di rintracciare l'andamento loro.

In seguito ad uno studio assai accurato delle nummuliti del Nizzardo, de la Harpe riconobbe che appartengono a tre livelli, tutti e tre riferibili complessivamente al nummulitico medio.

---

[1] *Il terremoto Ligure del 23 febbraio 1887*, pag. 20. Roma, tipografia Metastasio, 1888.

Nel primo, o più recente, dominano la *Nummulites variolaria* e la *N. Guettardi*, associate alla *striata* e alla *Biarritzensis;* nel secondo o medio, si trovano prevalenti le assiline (*A. exponens*, *A. granulosa*) colla *N. Biarritzensis* e la *striata*. Nel terzo, o più antico, abbondano principalmente le *N. perforata* e *Lucasana* con grande varietà di forme.

Il primo livello si presenta alla Palarea e a Roquestéron, il secondo nella villa Hanbury, alla Mortola, il terzo nelle cave di pietra della Mortola e a Garavan (Mentone).

Il rimanente della plaga eocenica summentovata appartiene quasi esclusivamente all'eocene superiore (liguriano) e consiste in stratificazioni di calcari marnosi a fucoidi, con *Chondrites intricatus*, *C. furcatus*, *C. Targionii* e *Helminthoida* di varie specie (subordinatamente, in calcescisti e scisti argillosi) che riposano sopra una potente formazione di macigno.

Oltrepassata la città di Bordighera, verso levante, e lasciate alle spalle le sue colline di sabbie gialle e di arenarie plioceniche, s'incontra ben presto il vallone del Sasso, che limita ad ovest e nord-ovest il Monte Nero. Alla base, questo risulta di arenaria bruna, eocenica, in banchi lievemente inclinati, ai quali si frappongono, tra i 200 e i 300 metri d'altitudine, straterelli di calcare cenerino, duro e fragile. Gli inferiori contengono il *Chondrites intricatus;* i superiori, questa medesima fucoide con altra forma a fronde assai più larghe, varietà del *C. affinis*. In uno degli straterelli meno elevati, raccolsi pure un fossile che mi sembra una nummulite in cattivo stato di conservazione.

Superiormente, il monte risulta tutto di arenaria senza calcare interposto, arenaria generalmente alterata e talvolta quasi sfatta. Questa si presenta in qualche punto molto rubiginosa, e altrove manganesifera. Il minerale manganesifero costituisce pure, talvolta, una specie di sottile rivestimento alla superficie degli strati.

Presso la cresta, a circa 520 m. sul livello del mare, in

una radura del bosco di cui è coperta la montagna, si trovano i cosidetti *Ciotti Fumosi*, tre orifizi irregolari che sono, a quanto pare, vacui rimasti tra massi di arenaria accatastati per effetto di un piccolo scoscendimento ed ai quali la credenza popolare attribuisce, senza alcun fondamento, l'ufficio di spiraglio vulcanico. La costituzione geologica del monte non presta alcun sussidio a tale credenza, che forse nacque da qualche fenomeno igneo, prodottosi durante la frana di cui ebbero origine i Ciotti.

Sopra Diano, Oneglia, Porto Maurizio, Taggia, domina il calcare; sopra Santo Stefano, hanno ragguardevole sviluppo, oltre il calcare, il quale in alcuni punti assume i caratteri della varietà litografica, anche le arenarie; verso San Remo, Ospedaletti, Bordighera, Alassio, prevalgono i macigni, che passano in qualche punto al conglomerato o alla breccia.

Tra Albenga e Alassio, le assise superiori della formazione arenacea si convertono localmente in un conglomerato poligenico, ora avellanare, ora pugillare od anche a cógoli più voluminosi, in cui, oltre ad alcune rocce triassiche ed eoceniche, ravviso elementi riferibili indubbiamente al cretaceo, il quale non si trova in posto in questa parte della Liguria. Tali elementi sono principalmente piromaca, calcari bruni e calcari glauconiosi.

L'arenaria è talvolta tutta impregnata di silice ed assume straordinaria durezza e tenacità; le superficie dei suoi strati sono spesso ricoperte di minuti cristallini quarzosi. Al di sotto dell'arenaria, si vedono calcari ed argilloscisti alternanti, che reputo di poco superiori al nummulitico.

Il sig. Geny di Nizza, descrivendo certi crepacci seguiti da piccole frane, formatisi sui fianchi del Monte Nero presso Bordighera, osservò, addossata alla formazione eocenica, una roccia arenacea e ciottolosa in cui credette di ravvisare polipai fossili e che fu da lui riferita al tongriano. Colgo l'occasione propizia per avvertire che la roccia suaccennata (i cui massi franati ostruirono, al principio del 1865, la bocca di una galleria ferroviaria) appartiene indubbiamente all'eo-

cene (all'orizzonte delle arenarie sottoposte ai calcari del *Flysch*) e non ricetta polipai fossili, ma modelli di grosse fucoidi.

Il Monte Negro [1], alto circa 560 metri, e situato a due chilometri e mezzo a nord di Santo Stefano a Mare, presso Porto Maurizio, è formato, alla base, di macigno e, più in alto, di pietra litografica [2], di calcari marnosi eocenici (riferibili al piano liguriano), profondamente metamorfosati, convertiti, cioè, in calcari cristallini e calcari silicei compatti, bene spesso rubiginosi e traenti alla ftanite. La silicizzazione è spiccata sul versante orientale del monte e presso la cresta, nel punto denominato in dialetto *Sulla du Fêugo*, vale a dire camera a ricettacolo del fuoco: ivi spesseggiano entro la massa rocciosa, la cui stratificazione si fa poco distinta, vene, nidi e geodi quarzosi e calcedoniosi. Sul versante occidentale del monte, ove mancano o sono assai lievi i segni di metamorfismo, si presenta un filone metallifero con galena a ganga di quarzo, pel quale furono tentati alcuni lavori d'esplorazione.

Il metamorfismo accusato da quelle rocce risale indubbiamente a tempi assai remoti, ad ogni modo più antichi del terziario superiore, poichè la formazione di marne e sabbie gialle plioceniche detta le Terre Bianche, adagiata alla base del Monte Negro, nella valle che lo divide dal monte di Santo Stefano, non ne porta alcuna traccia.

---

[1] Il nome di Monte Negro figura nell'antica mappa dello Stato Maggiore sardo, ma non più in quella a curve orizzontali dell'Istituto geografico militare.

[2] Non solo al Monte Negro, ma in parecchi altri punti, massime presso Oneglia e Diano Calderina, il calcare eocenico assume l'omogeneità e la compattezza della pietra litografica e fu come tale usufruttato. In questa varietà si osservano qualche volta al microscopio resti di foraminifere.

Anche qui, malgrado la credenza popolare, che addita questo monte quale sede di fenomeni ignei, nulla si osserva che ricordi, nemmeno lontanamente, le traccie del vulcanismo. Tuttavolta, non si possono disconoscere nelle vicinanze i segni di una attività idrotermale ancora persistente. Infatti, il *Rio du Turio* o di Terzorio, poco lunge, reca acque calcarifere, le quali, come si è detto, depositano anche attualmente un travertino, e le stesse Terre Bianche presentano fra le assise arenacee, sottili falde di calcare concrezionato, interstratificate, che accennano ad antiche polle calcarifere, sottomarine. Pertanto, non è impossibile nè inverosimile che qualche fenomeno idrotermico, manifestatosi presso la vetta del monte, ed ora scomparso, abbia dato origine alla tradizione popolare testè ricordata. D'altra parte, l'aspetto stesso di quelle rupi nerastre e rossigne, talchè sembrano arse, può aver suscitato negli abitanti il pensiero che ivi altra volta si fosse spalancato un cratere.

Ho detto, che alla sua parte inferiore, la formazione eocenica soprastante alla serpentina assume spesso la forma scistosa. Fra la Polcevera e il Chiaravagna, non lunge dal mare, può verificarsi questo fatto. Se si segue la nuova linea ferroviaria Genova-Ovada, cominciando dal suo innesto colla ferrovia dei Giovi (ramo di Mignanego), si osserva che attraversa all'Olmo, presso Feglino, una potente massa di scisti neri, lucenti, dal tatto untuoso, che spesso macchiano le dita, massa tratto tratto intersecata di vene spatiche. Gli strati sono contorti, pieghettati, sgualciti, ma in complesso pendono verso la Polcevera, e sono manifestamente sovrapposti alla zona serpentinosa che passa per Borzoli. Tali scisti contengono in copia pirite assai divisa e, in qualche tratto, sembrano pur carboniosi. Essi si alterano rapidamente, per l'azione degli agenti esterni, e il loro sfacelo è accompagnato da rigonfiamento della massa; perciò, il rivestimento della piccola galleria aperta in quel tratto subì più volte gravi deformazioni e fratture.

Un po' più a monte, nella stessa valle della Polcevera,

la formazione eocenica inferiore si manifesta con scisti argillosi giallastri, analoghi ai galestri, e con scisti bigi, lucenti, rasati (a straterelli quarzosi interposti), somigliantissimi a quelli che appartengono alla serie paleozoica. Tali rocce possono vedersi sulla riva destra della Polcevera, di contro a Teglia, lungo il sentiero che conduce a Cascinelle, nei pressi di Langasco, alla Bocchetta e nelle adiacenze di Voltaggio. Alla Castagnola, lungo la via rotabile fra Busalla e Voltaggio, la roccia (argilla marnosa) è attraversata da fori conici, non molto profondi che misurano 4 a 5 centimetri di diametro alla base e da 2 a 3 all'apice, fori che stanno forse a rappresentare rizzomi di piante marine distrutte.

Il Monte Leco è costituito in gran parte da scisti argillosi e talcosi, con tinte variabili tra l'amaranto e il carneo, e riflessi rasati, scisti che sembrano più antichi della eufotide, alla quale soggiacciono.

Appiè del Monte Lagoscuro, lungo la via che conduce a Voltaggio (a breve distanza dal paese), si osservano, sovrapposte alla serpentina terziaria, nell'ordine ascendente: 1.° Ftanite di color vinato e verdastra, che passa ad una varietà di quarzite; forma una rupe sulla quale è collocato un piccolo molino, sulla riva sinistra del Lemme. 2.° Calcescisto in straterelli; sulla riva sinistra del torrente, lungo la via maestra. 3.° Calcare bigio verdastro, a macchiette bianche; due o tre piccoli strati; 4.° Un filone-strato di quarzo bianco, associato localmente a manganite areolare. 5.° pochi straterelli di calcifiro. 6.° Calcare scistoso; serie di potenza non determinata. Queste rocce sono a strati diretti presso a poco da N. a S., con pendenza più o meno spiccata ad E. Alla stretta della valle, gli strati di ftanite e di calcescisto sono quasi verticali.

Il calcare n. 3 sembra costituito da un aggregato di piccoli noduli biancastri, in cui si manifesta al microscopio distinta struttura organica; si tratta certamente di alghe incrostanti. Il n. 5 è un calcare a lastre sottili, in cui si

trovano sparsi in copia cristallini di plagiocasio imperfettamente sviluppati e con orientazione commune, come gli elementi di un gneiss.

Liguria orientale.

Il territorio su cui è fabbricata Genova e la Riviera di Levante fino ai pressi di Chiavari, sono quasi esclusivamente eocenici e risultano per la massima parte di calcari bigi, più o meno marnosi, ora privi di fossili, ora ricchi d'impronte d'*Helmintoida* e d'altre fucoidi. Lo stesso calcare si fa in qualche punto arenaceo e passa addirittura ad un'arenaria calcare, la quale non acquista mai, però, un grande sviluppo.

Sul colle di Carignano e in altri luoghi, dell'interno della città, si osservano, interposti al calcare, alcuni strati d'argilla figulina, purissima, per lo più fulva o bruna.

Gümbel avrebbe verificato che le rocce marnose e silicee del *Flysch* alpino sono costituite da una agglomerazione di spicule di spugne cementate da sostanza marnosa. Le rocce dell'Apennino ligure dotate della medesima *facies* ed, almeno in parte, riferibili allo stesso orizzonte, furono molte volte esaminate al microscopio, affine di rintracciarvi spicule ed altri residui organici, silicei; ma solo per eccezione vi furono incontrati gusci di radiolarie assai alterati. Una volta sola, in un calcare nerastro, compatto, siliceo, raccolto in una cava a sinistra del Bisagno, nel territorio di Quezzi, osservai spicule di spugne in gran numero, sotto forma di sottilissime verghette appuntate, quali alle due estremità quali ad una (fig. 26). Il microscopio rivela invece frequentemente in queste rocce, particelle carboniose, provenienti, io credo, dalle medesime alghe di cui abbondano le impronte nella formazione eocenica. Anche nel macigno, i detriti carboniosi, spesso visibili ad occhio nudo, sono comuni.

Il Monte Bastia [1] e il Monte Fascia, si mostrano in gran parte costituiti di calcari marnosi, di color grigio-azzurrognolo, propri all' eocene superiore del Genovesato, calcari le cui assise meno antiche si mostrano ricche di *Helmintoida*. Presso la grotta *Saia*, a circa 580 m. sul mare, questi fossili sono ben conservati e nella roccia si osservano molti fori di litodomi [2]; un po' più in alto, essa contiene piccole

Fig. 26

Calcare a spicule di Quezzi: sezione veduta al microscopio.

concrezioni di limonite. Alla base del Monte Bastia, inferiormente al calcare ad *Helmintoida*, s' incontrano assise di calcare oscuramente noduloso ed altre di arenaria micacea ad elementi assai minuti.

Inferiormente alla formazione serpentinosa, si danno nella valle di Trebbia, come pure nell' Apennino piacentino e forse

---

(1) Il Monte Bastia più volte citato in queste pagine è situato presso Genova, a nord-est del Monte Fascia.

(2) Ove si trovano tali fori, la roccia presenta pure piccoli solchi scavati verosimilmente da animali marini diversi dai litodomi e tracce d' erosione prodotte dalle onde marine.

in altri punti, calcari nummulitici, i quali accludono, presso Bobbio, *Nummulites Biarritzensis* e perciò si riferiscono forse al piano bartoniano.

I piani più antichi dell'eocene forse non mancano, in qualche punto del Genovesato, ma, essendo sprovvisti di fossili, non si lasciano facilmente discernere.

Al Promontorio di Portofino, il calcare eocenico ha generalmente lo stesso aspetto che presenta nei dintorni immediati di Genova. Presso Pagi e in vari altri punti del promontorio, osservai che vi sono frequenti i fori di litodomi occupati da limonite concreta. Nella valle di San Lorenzo abbondano le *Helminthoida*. Fra Ruta e Camogli, il suolo risulta principalmente di calcare, il quale, attraversato da un pozzo destinato alla ventilazione della sottoposta galleria ferroviaria, si trovò, ad una certa profondità, nero, bituminoso e sparso di noduletti di pirite marziale. Fra Santa Margherita e Rapallo, domina in riva al mare il solito calcare, più o meno compatto, rappresentato, presso l'ultima delle due città, da una varietà argillosa a strati sottili, cui fa seguito, per breve tratto, scisto argilloso.

La scistosità delle ardesie interposte bene spesso al calcare e alle arenarie sembra subordinata, da un lato, alla natura mineralogica della roccia, dall'altro, ad energiche azioni meccaniche subite dalla medesima. A Traso, sulla riva sinistra dell'alto Bisagno, i banchi di calcare interposti agli scisti ardesiaci si mostrano fissurati in vari sensi (in principal modo normalmente ai piani di stratificazione), certo per effetto delle pressioni e delle flessioni cui andarono soggetti. Sulla riva destra dello stesso torrente, di contro a Bargagli, la migliore qualità d'ardesia si trova lungo un ramo di una piega, anzi di una spezzatura, coricata e schiacciata. Le rocce scistose, inferiori ai calcari a fucoidi, acquistano, come dissi, notevole sviluppo nei monti che sorgono a tergo di Chiavari e di Lavagna, e ivi somministrano la varietà di fillade ben nota sotto il nome di lavagna, che si estrae in copia dal Monte di San Giacomo e da vari punti della

valle di Fontanabuona, per servire ad uso di pietra da abbaini.

La formazione eocenica del Genovesato presenta un complesso di anticlinali e di sinclinali, diretti prevalentemente da nord a sud, da nord-ovest a sud-est. Gli anticlinali sono mozzati, ruinati, erosi e attraverso ad essi apronsi piccole valli scavate da torrenti. Le pieghe sono per lo più complesse e contorte, risultandone assai difficile l'interpretazione. Come esempio di tali complicazioni stratigrafiche, porgo nella tavola XIV le viste del Monte Croce e di altro rilievo che sorge sopra Casale (Montobbio). Sarebbe facile lo addurre analoghi esempi anche nella plaga eocenica della Liguria occidentale [1].

Avendo sottoposto recentemente all'esame microscopico un campione di calcare biancastro, tenace, recatomi dalla vetta del Monte Carevolo, lungo lo spartiacque fra l'Aveto e la Nure, lo trovai tutto gremito di globigerine, con poche altre foraminifere d'altro genere (fig. 27). Nel punto di cui

Fig. 27.

Calcare a globigerine del Monte Carevolo; sezione veduta al microscopio.

---

[1] Si osservano bizzarre contorsioni dei calcari eocenici lungo la Roia (a Fanghetto), al Monte Faudo, nella valle dell'Argentina presso Badalucco, alla Costa di Pompeiana ecc.

si tratta, figura nelle carte geologiche la tinta dell'eocene. Sarebbe necessaria tuttavolta una indagine apposita per verificare se non vi si trova invece qualche deposito posteriore, analogo a quelli in cui si osservano calcari a globigerine, in altre parti dell'Apennino.

L'arenaria che emerge alla base degli scisti ardesiaci, nei pressi di Chiavari e di Lavagna, assume grande estensione a nord e ad est, formando quasi esclusivamente il Monte Zatta ed altri situati lungo le valli d'Aveto e di Trebbia, e mostrandosi, eziandio, in potenti assise, più o meno intercalate di scisto argilloso e calcescisto, nei colli situati immediatamente a nord-ovest di Sestri, nella Penisola di Sestri, a Trigoso, a Moneglia ed, oltre la grande formazione serpentinosa del Levantese, nel territorio delle Cinque Terre, fino al Monte Biassa, ove confina colla serie di rocce più antiche del Golfo della Spezia ([1]).

Questa arenaria appartiene, il più delle volte alla varietà detta macigno e risulta quasi esclusivamente di quarzo, feldispato e mica, in granuli di variabile grossezza, generalmente uniti da un cemento siliceo. Si tratta degli elementi stessi del granito; è però logico supporre che provengano dal disfacimento di rocce granitiche ([2]).

All'estremità orientale della Liguria, lungo la Magra, a monte della formazione miocenica e pliocenica di Sarzana, le rocce terziarie inferiori si fanno di nuovo dominanti, presentando le medesime forme litologiche, già segnalate in altri punti del nostro territorio.

Fra Santo Stefano Magra ed Aulla, s'incontra, risa-

([1]) Pareto accenna a fucoidi simili a quelle del calcare osservate nel macigno di Vernazza. Da canto mio posso citare un *Chondrites* raccolto in quello di Moneglia.

([2]) Non ebbero origine, verosimilmente, dal granito tipico, ma da gneiss e apenniniti permici.

lendo il fiume, una successione di calcescisti, calcari, arenarie, indubbiamente eocenici (con direzione e pendenza variabili), nella quale è difficile rintracciare l'ordine di sovrapposizione originario. Si tratta qui, come altrove, dei residui di pieghe assai complesse. In alcuni punti, il calcare azzurrognolo, venato di calcite spatica, assume i caratteri tipici di quello tanto comune nel Genovesato; altrove, esso calcare, di color bigio carico, si fa arenaceo e localmente brecciato, simulando l'aspetto d'una roccia che suole attribuirsi al cretaceo superiore.

Formazioni serpentinose eoceniche.

Età, posizione e caratteri. — Queste formazioni assumono tale sviluppo nel nostro territorio, offrono rocce si svariate, si collegano a si importanti problemi geologici che reputo opportuno destinare buona parte d'un capitolo del mio libro alla loro illustrazione.

Le serpentine, (sotto questo nome comprendo anche le pietre verdi che sogliono accompagnare la serpentina propriamente detta), tanto in Liguria, quanto nell'Apennino Bobbiese, Piacentino, Parmigiano e Bolognese, nonchè in Toscana, sono sottoposte ai calcari a fucoidi dell'eocene superiore (liguriano) ed occupano un orizzonte che si reputa superiore a quello dei depositi nummulitici, riferibili al piano parigino medio e inferiore. Taramelli cita nel Bobbiese strati a *Nummulites Biarritzensis*, sottoposti alla zona serpentinosa; ma io non potei verificare alcun caso propriamente sicuro di immediata sovrapposizione. Il Lotti avrebbe trovato, presso Livorno, sopra le medesime rocce un banco di calcare a *Nummulites planulata*, specie d'incerto significato dal punto di vista della cronologia.

Immediatamente al di sopra e al di sotto delle serpentine, furono segnalati dal Pantanelli e da altri diaspri e ftaniti, contenenti radiolarie e spicule di spugne; ma questi fossili,

sono ancora troppo imperfettamente conosciuti per fornire criteri cronologici sicuri.

In conclusione, è bene assodato il fatto che in Italia le serpentine terziarie, risalgono fino alle assise dell'eocene superiore e rimane ancora mal definito inferiormente il loro confine, il quale è però compreso nella serie eocenica.

La formazione di cui tengo discorso; è rappresentata in Liguria da quattro gruppi di rocce, distinti fra loro per la costituzione mineralogica, e fino ad un certo segno, anche per la giacitura. Questi sono:

a) Serpentina normale e porfirica; oficalce; lehrzolite.

b) Diabase porfirica, variolitica, afanitica; la così detta diabase alterata, o gabbro rosso; eufotide colle sue varietà a smaragdite, gneissica, ecc.

c) Brecce e conglomerati ofiolitici a cemento serpentinoso, o d'altra natura.

d) Diaspri, ftaniti, ipoftaniti, calcari silicei e compatti, più o meno metamorfosati.

Le rocce del primo gruppo si presentano, d'ordinario, in affioramenti assai estesi, nel senso della stratificazione dei depositi acquei più prossimi, massime quando questa stratificazione è verticale o assai inclinata.

Le rocce del secondo gruppo si presentano pure in grandi masse, nelle condizioni stesse di quelle del primo, ma con regolarità minore e generalmente in contatto della serpentina. L'eufotide è talvolta intimamente commista alla serpentina, e si può dire che le due forme litologiche si compenetrino allora a vicenda. Si da raramente una transizione graduale dell'una all'altra. La diabase porfirica passa insensibilmente alle varietà afanitica, variolitica, gabbroide (gabbro rosso), come pure alla eufotide. Finalmente, l'ing. Mazzuoli ed io abbiamo segnalato parecchi esempi di transizioni graduate, direi quasi di sfumature, fra il gabbro rosso e gli scisti metamorfici, ed una volta ho osservato in uno dei termini intermedi radiolarie mal conservate.

Tanto le rocce del gruppo *a* quanto quelle del successivo

b, si possono considerare come lenti o letti non stratificati, ma interclusi, *interstratificati*, secondo una espressione più efficace, fra assise di calcari, scisti argillosi e silicei, ftaniti ecc. Le masse rocciose stratificate e non stratificate, essendo ordinariamente verticali od oblique, appariscono alla superficie le testate degli strati ed interstrati loro. Gli interstrati di serpentina, raggiungono una potenza massima che non stimo inferiore ai 700 metri; quelli di eufotide e di diabase superano localmente la potenza di 500 metri. D'altra parte, si danno letti di tali rocce ridotti a 4 a 5 m. di spessezza.

Fra le rocce del gruppo *c* (brecce e conglomerati ofiolitici) si hanno quelle a cemento serpentinoso, nelle quali è poco variabile la natura dei frammenti o cògoli (sono d'ordinario diabasici o serpentinosi) e quelle a cemento diverso, cioè diabasico, calcareo, siliceo, calcareo-argilloso, in cui gli elementi variano assai. In entrambi i casi, questi possono essere angolosi, a spigoli appena smussati, od anche arrotondati per logoramento; le loro dimensioni variano pur molto, essendo i piccoli [1] più frequenti dei grandi.

In certe brecce, per esempio a Rovegno, son inclusi massi di una varietà peculiare di granito.

Le brecce a cemento serpentinoso sono quasi sempre a contatto delle masse di serpentina; quelle a cemento diabasico sono invece costantemente associate alla diabase. Le brecce a cemento siliceo, calcare o calcareo-argilloso in cui si danno elementi ftanitici, diasproidi, calcari, sono subordinate alle rocce metamorfiche (ftaniti, diaspri, calcari silicei) che fanno corredo alle masse ofiolitiche.

Si danno brecce e conglomerati ofiolitici dei vari tipi accennati, i quali costituiscono interstrati regolarissimi che raggiungono una potenza massima di otto a dieci metri. In

[1] Per piccoli, intendo non più grossi del pugno.

complesso, tali rocce hanno poco sviluppo e non costituiscono che una parte infima nella formazione ofiolitica.

Le rocce del quarto ed ultimo gruppo sono ben distinte dalle precedenti, alle quali si manifestano però intimamente connesse e subordinate; solo in alcuni casi, sembrano passare gradatamente alle brecce corrispondenti, cioè a quelle contenenti calcari, ftaniti e diaspri. Esse mostransi sempre stratificate, costituendo lembi meno estesi e potenti di quelle dei gruppi *a* e *b*, ma assai più sviluppati delle brecce; in generale, sono disposte alla periferia delle masse ofiolitiche e passano insensibilmente alle comuni rocce sedimentari dell'eocene, cioè ai calcari, argilloscisti ecc.

Qualche volta, sono presenti nel medesimo giacimento i quattro gruppi di rocce sopra enumerati; in altri casi, manca uno dei due ultimi o mancano entrambi.

I letti di serpentina si ripetono spesso due volte nella medesima serie e più raramente fin tre o quattro, senza che la ricomparsa loro sia dovuta a pieghe. Lo stesso dicasi degli interstrati di diabase e d'eufotide. Rispetto a questi, si osserva che la medesima zona può essere rappresentata in un punto da diabase, nell'altro da gabbro rosso o da eufotide.

Allorchè sono presenti rocce dei vari gruppi e la posizione loro originaria non fu alterata da contorsioni e sconvolgimenti, la serpentina suol occupare la parte inferiore della serie e sono disposte successivamente, dal basso all'alto, la breccia ofiolitica, la diabase (o l'eufotide) e il diaspro (o la ftanite). Or l'uno or l'altro di questi termini, come ho detto, può mancare e spesso ancora la serpentina si presenta sola.

Le rocce del primo gruppo (dirò per brevità le serpentine) si modellano sulle sottostanti, occupandone le depressioni e le anfrattuosità; quando sono in relazione con qualche roccia stratificata, si trovano in contatto colla superficie degli strati della roccia incassante e solo in casi eccezionali colle testate. Quest'ultimo fatto, assai circoscritto, potrebbe dipendere, almeno nei punti in cui io ebbi occasione di osservarlo, da fratture con rigetto o da altra maniera di spostamento.

Genesi presunta. — A contatto delle serpentine, le rocce incassanti presentano bene spesso segni di alterazione; la loro struttura divenne cioè più cristallina e la loro composizione si modificò per l'aggiunta di silice e di ossidi metallici; permodochè si mostrano più dure e rubefatte. Entro la massa serpentinosa, furono poi rinvenuti pezzi di calcare visibilmente metamorfosati, dagli spigoli più o meno logori, come per effetto di attrito sofferto, pezzi che sembrano tolti a formazioni preesistenti. Da ciò sono condotto ad ammettere, con Savi, Meneghini, Pareto e molti altri autori, che le serpentine sono propriamente eruttive e furono emesse allo stato liquido o meglio pastoso.

Non ho veduto mai, tuttavolta, tali rocce sotto forma di profonde intrusioni, di vere vene, entro depositi di origine schiettamente sedimentare. È vero, bensì, che la ganga di certi filoni metalliferi, nella Riviera orientale e in generale ove predominano le formazioni ofiolitiche, risulta di materia serpentinosa, chimicamente identica alla serpentina normale; ma questa materia, esaminata diligentemente, apparisce costituita di detriti cementati fra loro od anche rigenerati. Si tratta di una forma litologica che sta alla vera serpentina come l'arcose sta al granito. Altrove, piccole vene dei minerali denominati serpentino nobile e serpentino fibroso, formate dalle acque con materiali sottratti per soluzione alle ofioliti, simulano, ma in ogni caso non sono, iniezioni di serpentina [1].

La serpentina propriamente detta risulta essenzialmente, come ognun sa, di un silicato di magnesio, idrato, suscettibile di perdere la sua acqua ad alta temperatura, non contiene, all'incontro, silicati ridotti per fusione allo stato vetroso,

[1] Osservai più volte sottili falde di serpentino fibroso, modellate sulle superficie di rupi serpentinose, coperte di strie e solchi di scorrimento: da ciò argomento che il minerale ebbe origine dopo il consolidamento della roccia, forse in tempi assai posteriori.

non contiene cristalli dagli spigoli arrotondati per effetto di fusione incipiente, non è scoriacea, bollosa, cellulosa, come le rocce dalle quali si svilupparono gas o vapori mentre erano fluide e incandescenti, non subì adunque l'azione di una temperatura elevatissima.

Siffatta deduzione non può convenire alla lehrzolite associata alla serpentina, che risulta essenzialmente di due silicati anidri, d'olivina e enstatite, ed ha caratteri di roccia ignea. Ma, riflettendo che la lehrzolite forma solo infima parte delle emersioni ofiolitiche, si può ammettere che in tali emersioni alcuni punti raggiungessero un'alta temperatura ed uno stato, per così dire, di pastosità ignea ed anidra, mentre il rimanente si trovasse nella condizione liquida per eccesso d'acqua, fosse idrato e a temperatura piuttosto bassa (che verosimilmente potè innalzarsi al di sopra del grado d'ebullizione dell'acqua per effetto della pressione).

Io non metto in dubbio che le grandi masse di serpentina provengano, come ammettono Daubrée ed altri, dalla idratazione di materiali peridotici e pirossenici, quali appunto si trovano riuniti nella lehrzolite. Ma non perciò credo legittimo il supposto che espandimenti lehrzolitici, eruttati a guisa di lave, si sieno convertiti nelle nostre rocce ofiolitiche posteriormente al loro trabocco, in seguito ad una lenta idratazione. Se fosse vera questa ipotesi, la serpentina avrebbe esercitato una azione metamorfica di contatto assai più energica sulle rocce di sedimento, e la lehrzolite si troverebbe inalterata solo nelle parti più profonde, più interne degli ammassi, cioè ove si faceva sentire più lievemente l'azione degli agenti esterni. Inoltre, e su tale considerazione insisto in particolar modo, secondo l'ipotesi suesposta, le formazioni ofiolitiche di età più remota e in ispecie le arcaiche dovrebbero essere prive del tutto od almeno deficienti di lehrzolite in confronto delle terziarie, perchè la presunta alterazione del peridoto e del pirosseno avrebbe potuto compiersi più profondamente e più completamente. Ma, invece (almeno in

Liguria), la lehrzolite è diffusa ed abbondante fra le serpentine antiche ben più che fra le recenti [1].

Da tutto ciò convien inferire, a parer mio, che la materia della serpentina si trovasse già formata coi suoi precipui caratteri chimici e mineralogici (in tesi generale), in cavità sotterranee e fosse poi eruttata presso a poco nelle condizioni in cui ora la vediamo [2]. Può darsi tuttavia, che localmente e in via accessoria la *serpentinizzazione* (mi si condoni l'uso di questo vocabolo barbaro, ma pure appropriato) della lehrzolite, avvenisse dopo l'emissione, non già per influenza degli agenti esterni, ma per opera di fenomeni idrotermali, di quegli stessi fenomeni che lasciarono tracce si profonde di sè nei calcari, nei diaspri, nelle ftaniti ecc. della formazione ofiolitica. Ad ogni modo, la originaria dipendenza della serpentina dalla lehrzolite, in Liguria, dopo la scoperta di quest'ultima roccia in tanti punti dell'Apennino, non può più essere controversa.

Mi sembra probabile che il trabocco delle serpentine, quantunque provocato dalle medesime forze che sospinsero all'esterno le altre rocce endogene, si sia effettuato lentamente e tranquillamente. Certo è, come già riconobbero Savi e Meneghini, che queste rocce non esercitarono direttamente alcuna azione sollevatrice, ma furono portate in alto, insieme a gran parte dei terreni sovraincombenti. L'eruzione sottomarina delle rocce ofiolitiche e il copioso afflusso d'acque

---

(1) Giova qui avvertire per incidenza che alcune emersioni ofiolitiche del Piemonte, in cui domina la lehrzolite, reputate fin qui arcaiche, sono invece di età assai posteriore (si veda in proposito una mia nota nel Boll. del R. Comit. geol., 1890, n.° 11-12).

(2) Nelle eruzioni di cui si tratta, la lehrzolite doveva rappresentare la parte di un magma lavico, incandescente e pastoso e la serpentina quella di un tufo di consistenza melmosa, più o meno scorrevole ed omogeneo.

minerali e calde e di vapori che, secondo le mie induzioni, l'accompagnarono e la seguirono, ebbero verosimilmente per effetto di scemare il rigoglio della vita per lungo periodo di tempo, in tratti assai estesi del mare eocenico o per lo meno di occultarne le traccie nei depositi sedimentari. Infatti, è notevole la sterilità di fossili dei depositi connessi alle formazioni serpentinose. Ma siffatta sterilità non è assoluta, perciocchè nei sedimenti immediatamente sovrapposti e sottoposti si trovano fucoidi in buon dato e nelle rocce metamorfiche (ftaniti e diaspri) che giacciono in prossimità delle serpentine e delle diabasi abbondano, come dissi, radiolarie ed altri organismi silicei.

Aggiungerò, per quanto concerne in particolar modo l'oficalce, che questa è semplicemente, per me, serpentina detritica, oppure fissurata, la quale fu rigenerata o cementata per opera di acque calcarifere, che abbandonarono tra i frammenti o nelle fenditure un deposito di calcite o di aragonite. Infatti, è situata quasi sempre accanto a calcari da cui attinse il cemento. È facile intendere, poi, come questa roccia si converta bene spesso in breccia a cemento calcare. Analogamente, ritengo che l'ofisilice sia serpentina impregnata di silice, dopo la sua emissione e il suo consolidamento.

Per quanto ha tratto all'origine delle rocce del secondo gruppo (diabase, gabbro rosso, eufotide ecc.), considerando che si manifestano con tipi svariati, che si verificano tra una varietà e l'altra infinite transizioni, che passano qualche volta insensibilmente alle rocce sedimentari, che si trovano in ammassi più irregolari di quelli della serpentina e talvolta sono compenetrate da questa roccia, l'ing. Mazzuoli ed io siamo condotti ad ammettere che derivano dalla concomitanza di fenomeni sedimentari e idroplutonici, dalla combinazione, cioè, di materiali argillosi o marnosi che lentamente si depositavano (o erano depositati di fresco), con elementi recati da copiose sorgenti termo-minerali, sgorgate per tempo lunghissimo, durante e dopo le eruzioni serpentinose. Risultando costituite tali rocce di due sorta di materiali,

per così dire *da due parti*, le abbiamo designate complessivamente col nome di *anfimorfiche.*

Le osservazioni da me fatte sul calcifiro di Rovegno, calcare sparso di grossi cristalli d'albite, contenenti fossili (radiolarie) determinabili, dimostrano in modo irrefregabile come possono generarsi silicati cristallini in seno a materiali sedimentari più o meno molli, sotto l'azione dei fenomeni idrotermali.

Per quanto ha tratto alle rocce del gruppo *c*, vale a dire alle brecce ed ai conglomerati, io tengo per fermo che sono originate per la maggior parte dal trasporto e dalla cementazione di materiali detritici, tolti alle masse rocciose preesistenti (in ispecie alle serpentinose) per opera delle acque minerali e termali, che determinarono intenso metamorfismo e diedero luogo alla produzione delle roccie anfimorfiche presso le masse ofiolitiche. Ma però non escludo che alcune di esse, a cemento serpentinoso e intimamente connesse alle emersioni di serpentina, non provengano invece da detriti travolti nel suo procedere dalla stessa roccia eruttiva, quando era liquida.

Notevolissimo è lo sviluppo che assumono le brecce ofiolitiche in alcune parti della Liguria montana, per esempio nelle valli del Penna, dell'Aveto e della Trebbia.

L'inclusione di frammenti o massi granitici nelle brecce ofiolitiche, verificata in molti punti delle valli di Trebbia, di Nure, al Monte Penna ecc. diede luogo ad osservazioni ed interpretazioni diverse, che si connettono intimamente ai problemi adombrati nelle pagine precedenti.

Ricorderò in proposito come Pareto vedesse in tali massi la prova che le serpentine, comportandosi nel loro trabocco al pari di vere lave, trascinassero seco, dalle regioni profonde da cui provengono, detriti di rocce antiche. A siffatta spiegazione sembra portare valido suffragio l'osservazione, dovuta allo stesso Pareto e al Taramelli, di veri banchi di granito frammentario, giacenti in vari punti dell'Apennino, per esempio, presso Borgoratto, in val di Coppa; ma, d'altra parte, come conciliarla col fatto, che non si trovarono mai

in quelle brecce gneiss, porfidi, scisti cristallini, nè alcun altra sorta di roccia estranea alla formazione eocenica?

Taramelli, cui si deve un esame diligente della questione, conclude dai propri studi [1]:

« 1.º Che il conglomerato granitico, formava delle amigdale alternate cogli strati dell'eocene superiore e cogli espandimenti stratiformi delle rocce ofiolitiche, specialmente tra le più recenti di queste rocce;

2.º che tra esso conglomerato e le rocce ofiolitiche od il *gabbro-rosso*, nella maggior parte dei casi esistono rocce sedimentari, regolarmente interstratificate e punto metamorfosate;

3.º che le amigdale di questa roccia furono rotte, spostate e sconvolte, non meno di quanto lo furono le serpentine e le rocce affini, le quali sono al pari del conglomerato granitico alternate colle sedimentari marine;

4.º che la struttura degli elementi di essi conglomerati in confronto con quelli della pasta è tale da accennare piuttosto ad una disgregazione, per soluzione idrotermica degli elementi granitici, anzichè ad una meccanica fratturazione di una roccia granitica. Questo fatto potendosi, per se stesso, interpretare, sia come effetto di alterazione di una preesistente roccia granitica, sia come indizio di una incipiente formazione sotterranea di roccia feldispatica-cloritica, in seno o in prossimità di rocce ofiolitiche ».

Per parte mia, dopo qualche osservazione, che ebbi agio di fare sui cógoli granitici, inclusi in un conglomerato serpentinoso, dei pressi di Rovegno, ravviso nella roccia cristallina di cui si tratta (diversa dal granito tipico per la deficienza di mica, che vi è sostituita da clorite e per altri caratteri), una roccia antimorfica subordinata alla formazione ofiolitica, roccia generata in modo analogo e forse contem-

---

[1] Rendiconti del R. Istituto Lombardo, serie 2.ª, vol. XI, fasc. 1.º e 2.º, Milano 1878.

poraneamente all'eufotide. I cògoli di esso granito si troverebbero compresi, talvolta, fra i componenti del conglomerato, perchè trascinati e logorati, in alcuni casi, da acque termominerali, in altri, forse, dalla serpentina fluida, allorchè fu sospinta all'esterno. Certo è che l'arrotondamento dei frammenti e l'alterazione più o meno progredita dei feldispati e della clorite, cui danno ricetto, fanno fede dell'azione meccanica e chimica subita dalla roccia, prima di raggiungere la sua condizione attuale.

Le rocce del gruppo *d* (ftaniti, diaspri, calcari silicei) non sono altro, secondo le mie osservazioni, che rocce acquee, come scisti argillosi o marnosi, calcari ecc., alterate, metamorfosate dalle acque minerali di cui ho fatto menzione antecedentemente. Si verificò in queste rocce una vera epigenesi, in generale una *silicizzazione*, se così posso esprimermi: il metamorfismo sottrasse loro di preferenza i metalli alcalini e terrosi i cui sali sono più solubili e li sostituì con silice e con ossidi o silicati di ferro e di manganese. Infatti, in molti punti dei pressi di Cassagna e di Reppia la ftanite passa insensibilmente alla pirolusite e presso Bargone si dà uno strato della stessa roccia convertito localmente in ematite.

Io ravviso una prova evidente dell'intensità dei fenomeni idrotermali che accompagnarono e susseguirono l'emissione della serpentina nel fatto che nella Riviera di Levante gli strati di calcare eocenico subirono bene spesso, in prossimità delle emersioni ofiolitiche, una profonda erosione, per opera della quale furono ridotti a residui di forme strane, quali cilindroidi, quali fusate, quali a foggia di lenti, od essendo sciolti ed asportati, nello spazio che occupavano si trova invece argilla smectica, o bolo manganesifero (1).

(1) L'argilla e il bolo rappresentano se non erro i residui insolubili della roccia disciolta. Essi mostrano abitualmente in questa condizione spiccata scistosità trasversale.

Ho creduto opportuno di non omettere queste considerazioni, di cui non disconosco il carattere ipotetico, perchè emergono spontaneamente, a parer mio, dal complesso degli studi fatti sulle nostre serpentine.

Zona occidentale. — La prima formazione serpentinosa terziaria, che s' incontri lungo la Riviera Ligure, procedendo da ponente a levante, è quella che costituisce il piccolo Capo di S. Andrea, e, seguendo poscia la riva sinistra del Chiaravagna, indi le valli dell' Iso e del Lemme, si prolunga, interrotta però da estese lacune, fino a N. e N.O. di Voltaggio. Qui però non si può dire che venga a mancare, ma rimane occultata dall'ampio manto miocenico di cui è coperto quel territorio, per ricomparire forse in qualche vallata delle Prealpi. La parte visibile della formazione misura circa 23 chilometri di lunghezza, con larghezza massima di 3. Nel tratto più prossimo al mare, segue esattamente direzione da S. a N.; più innanzi, oltre il Verde, si inflette verso levante, poi, nella valle del Lemme, piega verso ponente.

L' ammasso roccioso principale della zona, costituito in gran parte di gabbro rosso e d' altre forme litologiche affini, è il più meridionale, e si estende, dal mare, fino alle origini del rivo di S. Biagio, affluente della Polcevera, per circa 9 chilometri.

La tectonica è qui assai istruttiva e facile ad interpretarsi per la regolarità delle stratificazioni. Se si consideri una sezione condotta da ponente a levante, attraverso a questa zona, un po' a monte della confluenza dei due rivi che si uniscono per formare il Chiaravagna, tra il Leiro e la Polcevera (fig. 28), si osservano dapprima micascisti e
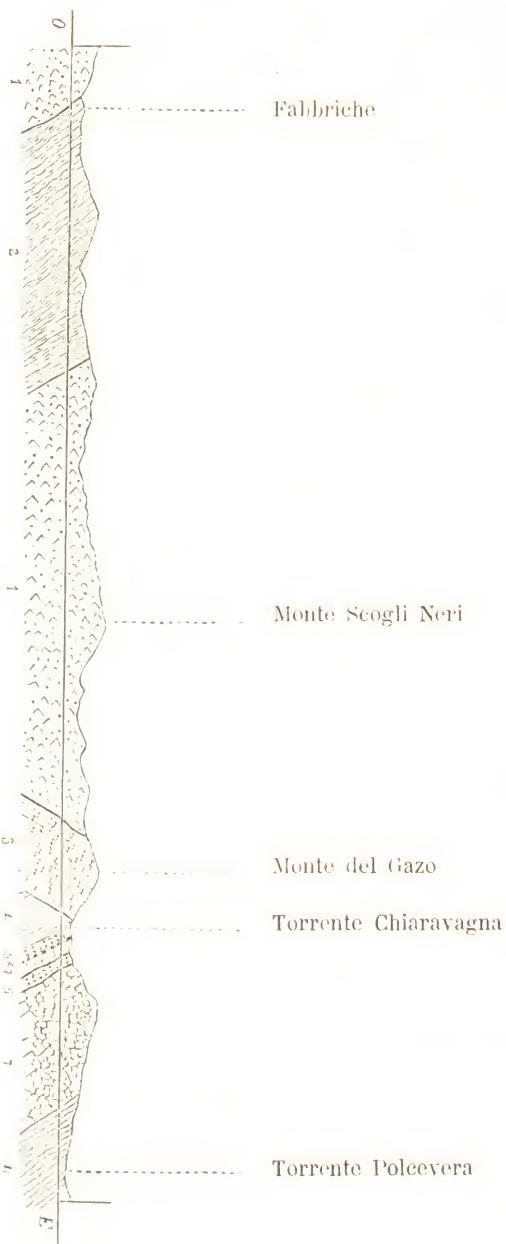
Fig. 28.

Sezione tra la Polcevera e le Fabbriche (Mazzuoli e Issel).

1. Serpentina, eufotide, anfibolite antiche; 2. Scisto cristallino, calcescisto, quarzite, associati alle precedenti; 3. Calcare dolomitico triassico; 4. Scisto argilloso, calcescisto, calcare eocenici; 5. Serpentina ed oficalce eoceniche; 6. Breccia ofiolitica; 7. Diabase alterata ecc.

idromicascisti un po' pendenti ad est, poi una gran massa ofiolitica antica (gruppo di Voltri), quindi un calcare dolomitico del trias medio, in strati diretti verso N. o N. N.E. e quasi verticali, cioè con leggera immersione ad O. o O. N.O.; sopra questo, e precisamente nell'alveo del rivo, giacciono con discordanza ben manifesta pochi strati di scisto argilloso eocenici, generalmente diretti tra N. e N.O., con pendenza tra E. e N.E.; poscia la serie serpentinosa terziaria, la quale presenta una falda di serpentina normale, o di oficalce, un letto di breccia serpentinosa, un banco di diabase alterata, un secondo interstrato di serpentina e infine un ultimo banco più potente di roccia diabasica alterata (con variolite ed altre varietà litologiche), il quale riposa alla sua volta sopra un calcescisto, venato di calcite spatica, che può vedersi in straterelli raddrizzati e contorti presso il Capo S. Andrea. Questi straterelli, diretti da sud-est a nord-ovest, con immersione a sud-ovest, si continuano poi verso levante, facendosi più regolari e modificandosi anche nella tessitura; si convertono, cioè, nei comuni calcari bigi del Genovesato, di cui può vedersi un esempio tipico nella sezione artificiale della cava della Chiappella, in Genova.

Il contatto fra il calcescisto e la roccia diabasica [1], è situato immediatamente ad est della Badia (Villa Peirano), e, prima che fosse coperto da recenti costruzioni, era indicato da un filoncello di quarzo, interposto alle due formazioni. Un tal contatto, così spiccato, desta il sospetto che ivi confini una massa intrusiva con altra acquea, alterata dalla prima; sospetto che non si accorda colla ipotesi già da me esposta intorno alla genesi delle rocce antimorfiche.

La massa serpentinosa più occidentale incomincia a mostrarsi lungo il Chiaravagna, presso Panigaro, sotto forma

---

[1] Dei caratteri affatto peculiari di questa roccia, che non è propriamente diabase, ma si connette ad essa, dirò più innanzi.

di un banco quasi verticale, di pochi metri di spessezza; essa poi si continua lungo il torrente, ingrossandosi poco a poco, talchè raggiunge, presso la cascina Restano, una cinquantina di metri di spessezza, poscia, lasciando a ponente i casolari di Prato, passa nella valle superiore del Varenna e finisce nelle adiacenze della cascina Persego, dopo un percorso di oltre 5 chilometri. Vari affioramenti staccati fanno seguito a questa massa.

Una seconda emersione serpentinosa, superiore alla precedente e però meno antica, si manifesta a mezzo chilometro a mezzogiorno della Cappella di San Rocco ed offre due rami (divisi da un letto diabasico), i quali si riuniscono in un solo interstrato a monte del Rio di Cascinelle, affluente orientale del Chiaravagna e si portano al Bricco di Pria Scugiente. Ivi, la zona di serpentina presenta un allargamento che di poco precede il suo termine. Al bricco ora citato, la roccia si mostra singolarmente alterata e pregna di minerali di ferro e di rame.

La massa diabasica che si trova a levante della seconda emersione serpentinosa e superiormente ad essa, rappresentando perciò l'ultima fase del fenomeno che diede luogo alla formazione di queste rocce problematiche, ha in lunghezza, e soprattutto in larghezza, sviluppo assai maggiore della serpentina propriamente detta. Essa si converte, in alcuni punti, al contatto della serpentina, in una bella variolite a piccoli sferoliti verdi pirossenici e in altri (accanto alla chiesa parrocchiale di Borzoli e presso il camposanto) in quelle varietà litologiche che denominai coschinolite e borzolite [1]. Verso il suo confine orientale, sembra passare per transizione graduata all'argilloscisto, il che si avverte lungo il sentiero fra Torre Spronata e Sestri Levante.

---

[1] Si vedano più innanzi cenni particolareggiati sulle rocce di cui si tratta.

Al nord del Monte della Guardia, la doppia serie di affioramenti ofiolitici non è più ben manifesta; si continua, cioè, l'occidentale, ma l'orientale vien quasi a mancare, non essendo più rappresentata che da due lembi di rocce diabasiche, situati fra Busalla e le origini del Lemme e da altri piccolissimi presso (Voltaggio vedasi la carta geologica).

Nella porzione settentrionale della zona, si fa più abbondante l'oficalce, che si osserva principalmente a Pietra Lavezzara [1], ove è estratta in copia ad uso di pietra decorativa, sotto il nome di *marmo verde Polcevera* e in altri punti, presso i Molini di Voltaggio. Nella valle del Morsone, come lungo il Chiaravagna, questa roccia è associata a brecce serpentinose.

Alla Bocchetta, nelle valli del Lemme e del Morsone, i lembi di serpentina eocenica, sono assai ridotti e subordinati ad argilloscisti e calcescisti. In alcuni punti, essi si accostano talmente alle serpentine antiche da confondersi quasi con esse.

Trattando sommariamente dei minerali subordinati alla formazione triassica, accennerò agli ammassi di gesso connessi alla serpentina d'Isoverde e alla amigdala di magnesite di Voltaggio.

Zona orientale. — La massa serpentinosa più occidentale della Riviera di Levante si estende *senza interruzione* dalla via nazionale da Genova alla Spezia (a 2 chilometri circa ad ovest del Bracco) a Pontore; con una lunghezza di circa 12 chilometri e mezzo e con larghezza minima di 100 m., presso Nascio, e massima di circa 250 di contro al Monte Bianco.

---

[1] La denominazione di Pietra Lavezzara, attribuita ad un villaggio fondato sopra un poggio di serpentina, accenna probabilmente all'uso che si faceva altra volta di questa pietra, per fabbricarne vasi culinari, *lavezzi*, uso omai scomparso nella nostra regione.

In questo computo si è considerata la massa serpentinosa propriamente detta, costituita cioè di serpentina normale e porfirica, oficalce e lehrzolite, rocce che sono tra loro intimamente connesse [1]; ma se si contemplano anche quelle rocce dette dall' ing. Mazzuoli e da me anfimorfiche (eufotide, diabase, variolite, ecc.) e quelle propriamente metamorfiche associate alle vere serpentine, l' estensione del complesso si fa un po' maggiore in lunghezza e cresce assai in larghezza.

Tenendo conto dei lembi serpentinosi che sono allineati colla massa principale a nord e a sud, lembi che si estendono da un lato fino a Monterosso e dall' altro fino a Santa Margherita di Bobbio, la lunghezza della zona si fa di circa 77 chilometri.

Riferirò qui la descrizione della massa ofiolitica testè accennata, e di altre minori, situate lungo lo stesso allineamento, quale fu data in una memoria pubblicata dall' ingegnere Mazzuoli e da me nel 1881 [2].

« La direzione generale di questa massa è circa nord-sud, e, in quasi tutta la sua lunghezza, si trova verso ovest in contatto immediato cogli scisti argillosi e coi calcari, i quali, essendo costantemente immersi verso ovest, trovansi sovrapposti alla serpentina. Inoltre, è da notare che i piani di contatto fra gli scisti, i calcari e la serpentina sono paralleli ai piani di stratificazione delle rocce di sedimento. Si deve pure osservare che queste, in generale, non furono punto alterate dalla serpentina ed appariscono al contatto quali possono osservarsi a più centinaia di metri di distanza

---

(1) A queste si potrebbero aggiungere anche le breccie ofiolitiche, le cui relazioni coll' emersione serpentinosa alcune volte sono evidenti, altre volte no.

(2) Mazzuoli L. e Issel A., *Relazione degli studi fatti per un rilievo delle masse ofiolitiche nella Riviera di Levante. Liguria.* Bollettino del R. Comitato Geologico. 1881, n. 7-8.

da quello. Tuttavia, anche lungo il contatto occidentale si hanno alcuni lembi di rocce metamorfiche ed anfimorfiche, fra i quali sono molto interessanti quello di S. Antonio presso Casarza e l'altro nella vicinanza di Libiola.

« A S. Antonio gli scisti argillosi si convertono gradatamente in ipoftaniti [1] e in ftaniti fino a che si giunge ad un complesso di banchi di ftanite sporgenti dal suolo, diretti a N. 15° O. ed inclinati verso ovest. Tra questi banchi e le serpentine si osservano alcuni stratarelli di scisto argilloso molto meno alterato e assai friabile; di modo che la trasformazione della roccia di sedimento in ftanite non ebbe luogo all'immediato contatto colla serpentina, ma a qualche metro di distanza da quello. Un po' più in alto, ai banchi di ftanite stanno sottoposti alcuni stratarelli di scisto manganesifero. La linea di contatto fra le serpentine e gli scisti corre perfettamente parallela alla direzione dei banchi suddetti.

« Presso Libiola si hanno altri fatti degni della più grande attenzione. Seguendo la strada che dal molino di Balicco sale alla miniera di rame di Libiola, si comincia l'ascesa camminando sull'arenaria. A questa succedono banchi di scisto argilloso, il quale con passaggi graduali, diremo quasi con leggere sfumature, nel tratto di pochi metri si trasforma in afanite [2] e in variolite.

« Continuando a salire, la strada attraversa una massa di serpentina, la quale, presso al contatto colle rocce anfimorfiche, presenta una penetrazione di scisto argilloso fram-

---

[1] Ipoftanite è per noi una roccia dura e un po scistosa, intermedia, pei suoi caratteri fisici e la sua composizione tra il galestro e la ftanite.

[2] Laddove diciamo afanite si deve intendere gabbro rosso od altra varietà di diabase più o meno alterata.

misto al granitone. Dopo la serpentina s' incontra nuovamente l' afanite con noduli di granitone ([1]) a contorni sfumati.

« Passando ora al confine orientale della stessa grande massa serpentinosa, si osserva che da questo lato la serpentina è quasi sempre in contatto colle rocce anfimorfiche. Però nella valle dell' Acquafredda si hanno due piccole isole di rocce di sedimento, le quali ci dimostrano che la stratificazione vi è parallela a quella del contatto occidentale, fatto che viene ampiamente confermato dall' andamento degli scisti e dei calcari nella valle della Reppia, presso la parte più settentrionale della massa serpentinosa di cui ci occupiamo. Ne consegue quindi che lungo il contatto orientale di questa massa, la serpentina sta sopra alle rocce di sedimento.

« Non possiamo abbandonare questo contatto senza fermarci un momento sul Monte Treggin che separa le due valli del Bargonasco e del Gromolo. Questo monte, che si innalza a 870 m. sul livello del mare, sorgendo in mezzo ad un immane accatastamento detritico, colla sua punta aguzza e ricurva, coi suoi fianchi rossigni e dirupati, presenta un aspetto tutto proprio che lo distingue dalle altre eminenze di quel territorio. Ma ciò che più specialmente rende il Treggin degno d' interesse è il fatto che esso è costituito da un miscuglio di quasi tutte le rocce comprese nel nostro rilevamento. Infatti, risalendo il Rio di Carpineto, al nord-ovest di Bargone, s' incontrano ipoftaniti, ftaniti, diaspri, varioliti e granitone, e ci è accaduto di vedere tutte queste rocce con passaggi dall' una all' altra, rappresentate in un masso di mediocri dimensioni. Anche le rocce di sedimento hanno larga parte nella costituzione del Treggin, essendo il suo versante orientale quasi esclusivamente formato da potenti

([1]) Designamo qui sotto il nome di granitone una roccia costituita di plagioclasio criptocristallino (saussurite) e di cristalli di diallagio.

banchi di calcare, i quali, per transizioni insensibili, passano alle sovrapposte ipoftaniti e ftaniti. Quanto all' andamento delle stratificazioni, si deve osservare che queste sono state oltremodo tormentate e contorte, mentre la direzione e l' inclinazione dei calcari e delle ftaniti variano moltissimo da un punto ad un altro.

« Legata alla massa di cui ci siamo fino ad ora occupati, può dirsi l' altra massa più orientale che forma il Monte Bocco, la quale misura un chilometro e mezzo di larghezza media sopra una lunghezza di circa 2 chilom. e mezzo. Lungo il contatto orientale di questa massa, è molto istruttivo un passaggio allo scisto argilloso, che si osserva a circa 800 m. ad est delle case delle Barche, là dove fu raccolto un campione da noi distinto col N. 55.

« È stato già detto come al Monte Treggin s' abbia un miscuglio di quasi tutte le rocce che circondano la serpentina. Lo stesso fatto si verifica per le rocce anfimorfiche nei dintorni di Bargone, in tutta la parte inferiore della Valle del Bargonasco, a Campegli e a Monte Loreto. In questo territorio le rocce diallagiche e le non diallagiche sono tanto irregolarmente, ma tanto costantemente frammiste fra loro che se un colpo di martello qui dimostra ad esempio, l' afanite, pochi passi più in là manifesta il granitone o viceversa. Così, mentre la serpentina conserva sempre ed esclusivamente il carattere di serpentina, benchè in masse che si estendono per una superficie di più chilometri quadrati, le rocce anfimorfiche invece sono variabilissime, sia per i minerali prevalenti, sia per la forma litologica, sia per i minerali accessorii, sia per il grado più o meno intenso della loro alterazione. Devesi poi ricordare come queste rocce passino sovente per gradazioni insensibili alle rocce di sedimento.

« Quanto alle relazioni di posizione che possono esistere fra le rocce anfimorfiche e la serpentina, o fra quelle e gli argilloscisti, faremo osservare come dalla nostra carta ri-

sulti un certo parallelismo fra le linee che separano queste diverse rocce tra loro.

« Altro fatto da notare, è, che le cime dei monti Pù, Bianco ed Alpe, sono costituite da calcari ripiegati in modo da presentare un fondo di battello, o la parte più bassa di una sinclinale.

« Al nord della carta si vedono in quel di Reppia 2 masse serpentinose assai estese, ed altre più piccole trovansi nei dintorni delle Cascine. Però su queste masse e sulle numerose macchie serpentinose di piccole dimensioni che si trovano all' est, e nelle vicinanze di quelle descritte non daremo alcun ragguaglio per non allungare di troppo questa nostra relazione. Solo faremo osservare come al nord della carta le rocce metamorfiche stratificate (ftaniti e diaspri) prendano un notevole sviluppo e si trovino sempre in relazione colle rocce di sedimento.

« Procedendo verso est, dopo avere attraversato un chilometro e mezzo a 2 chilom. di argilloscisti e di calcari, si giunge alla zona ofiolitica di Tavarone, la quale, benchè manchi di grandi masse serpentinose, pure presenta fatti degni di molto interesse.

« Partendo dal villaggio di Tavarone, e seguendo la nuova strada carreggiabile, che conduce a Maissana, si osserva, sui fianchi di detta strada una fitta alternanza di scisti argillosi e di calcari. Però le testate dei banchi calcari sono ben raramente complete, e il più delle volte trovansi rappresentate da una argilla smectica, frequentemente ferruginosa, in mezzo a cui si vedono di tempo in tempo dei frammenti di calcare corrosi, incavati, traforati, a superficie rotondeggianti o contorte, i quali provano all' evidenza, che tutti quegli strati furono originariamente di calcare, e che l' erosione della roccia e la sua sostituzione con argilla avvennero per azioni verificatesi dopo la sua formazione. Spesso accade che lo strato calcare è tutto scomparso ed in tal caso, l' argilla che ne ha preso il posto, si distingue facilmente dagli strati di scisto argilloso, entro cui è rac-

chiusa, perchè non è mai scistosa, ed offre numerosi piani di frattura normali alle stratificazioni. Siffatta argilla non di rado è manganesifera e localmente si converte in manganite quasi pura; essa ha inoltre la proprietà di non far pasta coll' acqua, e di conservare molto l' umidità. Così ci è sovente avvenuto, camminando sopra un terreno costituito essenzialmente da argilloscisti, di vedere il suolo attraversato da striscie umidiccie che corrispondevano a testate di calcare eroso e sostituito dall' argilla suddetta.

« Qui dobbiamo subito soggiungere, che l' erosione degli strati calcari, e la loro sostituzione con argilla non si osservano soltanto a Tavarone, ma si verificano più o meno in tutta la regione da noi rilevata. A Tavarone questo fatto è molto sviluppato, ed appunto colà esso fermò per la prima volta la nostra attenzione.

« Continuando a discendere lungo la valle dell' Orbora, per la strada che conduce a Maissana, gli argilloscisti, e i calcari fanno luogo al granitone, al quale, dopo pochi metri sottentra l' argilloscisto: quindi le due rocce sono così frammiste, passando l' una all' altra con sì leggere sfumature da renderne impossibile la delimitazione sulla carta.

« Un altro fatto, che si verifica a Monte Pelato, vuol essere qui riferito. Presso al confine occidentale della piccola massa serpentinosa, che forma la sommità di quel monte si erge, sporgendo di alcuni metri dal suolo, una cresta costituita da banchi di diaspro: ma fra questi banchi e la serpentina si hanno straterelli di argilloscisto inalterato. È una riproduzione del fatto già osservato a S. Antonio sopra Casarza.

« Prima di lasciare la valle del Borsa, dobbiamo dire che sul suo versante sinistro, e più precisamente sui fianchi del Monte Balarasco, si rinvennero nei calcescisti le fucoidi caratteristiche dell' eocene. Gli stessi fossili furono raccolti nella medesima roccia a 2 chilometri ad ovest di detta località, nei pressi del Monte Verruga. Qui soggiungeremo che altre fucoidi si trovarono nell' arenaria di Moneglia.

« Dirigendosi da Tavarone verso mezzogiorno, s' incontra l' importante massa serpentinosa di Velva, la quale da un lato discende verso il Petronia, e dall' altro occupa la parte superiore della valle in fondo a cui scorre il torrente Torsa, tributario della Vara. Questa massa è quasi per intero circondata dagli scisti argillosi, i quali, presso la nuova strada di Carro, si presentano intimamente mescolati col granitone, ed il miscuglio è tale, che lo stesso straterello apparisce formato ora di argilloscisto, ora di granitone. Abbiamo pure osservato alcune piccole vene di quarzo, normali ai piani di stratificazione, attraversare prima uno straterello di argilloscisto e continuare poi, senza deviazione, in uno straterello inferiore, composto quasi esclusivamente di granitone.

« A 35 m. circa sotto la cima del Monte di Velva si verifica un altro fatto assai interessante. Presso il confine meridionale della serpentina, vedesi un masso calcare intercluso nella serpentina stessa. Questo masso trovasi scoperto su due faccie, le quali misurano rispettivamente m. 0,75 per m. 0,35 e m. 0,60 per m. 0,25. Al piano di contatto fra il masso intercluso e la serpentina, questa aderisce al calcare, il quale presenta una struttura un po' cristallina, con durezza e compattezza maggiori dell' ordinario. Gli spigoli visibili del masso sono leggermente arrotondati. Altri, massi interclusi, ma di dimensioni assai minori, si osservarono presso Libiola e presso Masso.

« A levante di Velva, nella valle del Trambacco, si distende un' altra zona serpentinosa, a contorni assai irregolari, la quale, partendo dalla Mola, continua fino ad un mezzo chilometro circa al S.E. di Pavareto, misurando complessivamente una lunghezza di quasi 3 chilometri. Altre masse più piccole si trovano al N. e al S. di Carro. Tutte queste masse sono quasi interamente circondate dall' argilloscisto e dai calcari.

« Ritornando verso ponente, s' incontra nelle vicinanze del Baracchino un' altra importante emersione serpentinosa che dopo essere discesa a nord, lungo il versante sinistro

del Petronia, si dirige al sud verso Mezema, presentando un notevole ristringimento, dopo il quale si riallarga, raggiunge la valle della Deiva e risale il versante sinistro di questo torrente fin quasi all' altezza della Costa di Framura. Questa massa, le cui linee di demarcazione sono molto frastagliate, ha una lunghezza di 6 chilometri con una larghezza variabile fra i 30 e i 1500 metri. Verso ovest essa confina sempre cogli scisti argillosi e coi calcari inalterati. Questi continuano anche qui ad essere immersi ad occidente, quindi si appoggiano sulla serpentina. Al contatto orientale, si hanno ora le rocce di sedimento inalterate, ora le rocce metamorfiche stratificate, e l' immersione degli strati è tale da riuscire parallela a quella degli strati del contatto opposto. Ne consegue che mentre a ponente la serpentina sta sotto le rocce di sedimento, a levante sta sopra.

« Fra le masse serpentinose di Velva, Pavareto e Mezema si distende una vastissima zona di granitone, la quale, verso ponente, è abbastanza omogenea e non presenta che qualche raro caso di mescolanza colle rocce antimorfiche non diallagiche. Ma se si attraversa questa zona, seguendo la strada provinciale da Sestri alla Spezia, al giungere nei pressi della Baracca, si è colpiti da un fatto nuovo. Ivi la serpentina è commista così intimamente al granitone da rendere impossibile la reciproca delimitazione delle due rocce. Ora i massi di serpentina, accatastati in disordine, sono come avvolti in un magma di granitone; ora è il granitone che sta intercluso tra masse serpentinose. Insomma, le due rocce si compenetrano a vicenda come in una breccia ad elementi giganteschi, ma senza confondersi, giacchè ognuna conserva i propri caratteri, ed i loro contatti sono quasi sempre perfettamente netti e definiti. Vi ha, in una parola, *compenetrazione* e non *transizione*. Questa zona di compenetrazione fu da noi indicata sulla carta sovrapponendo al colore giallo del granitone una punteggiatura fatta col verde della serpentina. I punti poi sono più o meno fitti secondo che la serpentina è o no la roccia predominante. Tale zona di com-

penetrazione ha poca estensione al nord della Baracca, ma prende un notevole sviluppo al sud e all'est di detta località. In quest' ultima direzione essa continua al di fuori dei limiti della nostra carta. Verso Mattarana lungo la strada provinciale, alla serpentina ed al granitone si aggiunge l'argilloscisto e queste due ultime rocce sono talmente fuse l'una nell'altra da far ritenere che debba esservi una grande analogia nella loro origine. Un' altra località facile ad essere visitata, in cui il granitone e l' argilloscisto appariscono intimamente commisti, trovasi lungo il sentiero che da Mattarana conduce a Ziona.

« L' ultima importante massa serpentinosa delineata nella nostra carta è quella che, dopo aver formato il monte Guaitarola, si continua senza interruzione fino a Levanto, d'onde si dirige verso Monterosso, uscendo dai limiti della carta. La parte di questa massa da noi rilevata misura una lunghezza di 7 chilom. con larghezza variabile fra 150 e 2000 metri. Il suo confine orientale verso est ha un andamento assai regolare, e la serpentina vi si presenta sempre appoggiata sulle rocce di sedimento inalterate, le quali sono costantemente immerse verso ovest. Ad occidente, la serpentina è principalmente in contatto colle rocce antimorfiche che si possono studiare assai bene percorrendo la via carreggiabile dalla Baracca a Levanto.

« A poca distanza dal punto in cui fu raccolto il nostro campione N. 114, si osserva, in un taglio praticato nel fianco della montagna lungo la detta via, un bellissimo esempio di passaggio sfumato fra le rocce stratificate e le antimorfiche. Queste, nel taglio cui accenniamo, sono costituite da un'afanite nodulosa con noduli veramente caratteristici che pongono proprio in evidenza la loro struttura ad involucri concentrici, sovrapponentisi gli uni agli altri attorno ad un nucleo centrale. I noduli hanno dimensioni varie, il loro asse maggiore misurando talvolta alcuni decimetri di lunghezza. A poco a poco, alla forma nodulosa si sostituisce quella massiccia e a questa succede la forma stratificata; ma la roccia è sempre

la stessa, è sempre afanite. Finalmente, dall'afanite stratificata si giunge per sfumature insensibili allo scisto argilloso un po' alterato, ma perfettamente riconoscibile. Tutti questi passaggi hanno luogo in uno spazio, il quale non ha più di 10 metri di lunghezza. Gli scisti argillosi del descritto taglio sono immersi verso ovest, ossia sovrapposti alla serpentina. »

Riconducendo per poco il lettore alla parte media della grande formazione ofiolitica ora descritta, esporrò qui due piccole sezioni, dalle quali si manifestano in modo istruttivo i rapporti reciproci delle rocce serpentinose e delle metamorfiche da cui sono accompagnate.

Nella prima (fig. 29), osservata nel punto detto la Frana, sopra Costa, frazione di Bargone, si vede superiormente oficalce (intimamente connessa ad una massa ingente di serpentina normale) giacente sopra gabbro rosso (diabase alte-
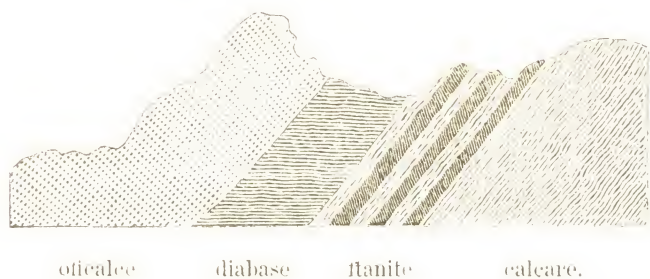
Fig. 29.

Sezione osservata alla Frana, sopra Bargone.

rata): questo riposa su ftaniti più o meno diasprigne (in alcuni casi passano alla condizione di veri diaspri), rosse e verdi alternanti: succedono poscia calcari silicei induriti, più o meno metamorfici (in alcuni punti spettano propriamente alla varietà litografica). Gli strati sono diretti da N.O. a S.E. con pendenza di circa 70° a N.E.

L'ordine non è sempre lo stesso: ma è facile accertarsi che in tesi generale sono tanto più intense le traccie del me-

tamorfismo, quanto più sono prossime le serpentine, le eufotidi e le diabasi.

Nella seconda (fig. 30), è rappresentato un piccolo tratto della serie litologica di cui è formato, in alto, il Monte Treggin (alla base del quale dominano diabasi ed eufotidi). Ivi gli strati presentano la successione seguente:
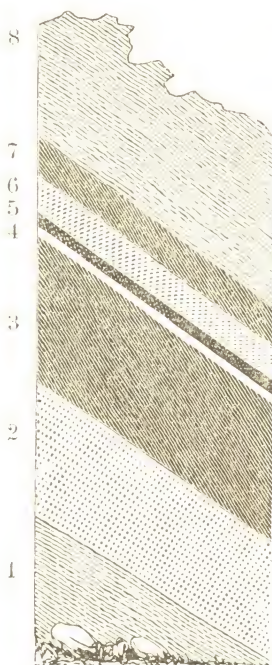
Fig. 30.
Sezione alla parte superiore del Monte Treggin.

1.° Ftaniti e scisti rossi, spessezza indeterminata.
2.° Calcare verdastro chiaro m. 0,70
3.° Bolo manganesifero bruno . . . . » 0,80
4.° Terra argillosa verde . » 0,05
5.° Terra argillosa rossa . » 0,05
6.° Quarzo . . . . . . » 0,20
7.° Bolo manganesifero . » 0,20
8.° Ftanite scistosa e scisti, oltre 20 metri.

Nel punto più prominente, la ftanite e gli scisti si presentano in sottilissimi strati ondulati e contorti con interposizioni e filoncelli di quarzo.

È facile persuadersi, consultando la carta geologica unita a questo libro che le grandi masse ofiolitiche testè descritte fanno parte di una medesima zona con quella estesissima del Monte Ajona e del Monte Penna, nonchè colle altre minori delle alte valli di Trebbia e di Staffora, disposte insieme alle prime lungo un allineamento diretto presso a poco da S. a N. Quanto agli affioramenti serpentinosi situati in continuazione

del promontorio occidentale del Golfo della Spezia, e alle *masse dei pressi di Varese, del Monte Misurasca e del Monte Ragola (questa grandissima), che costituiscono una serie irregolare* sensibilmente parallela alla sopradescritta, tengo per fermo che rappresentino una ripetizione della prima zona, dovuta ad una piega, la cui estremità meridionale è ben visibile nelle due catene montuose che limitano il Golfo della Spezia. A questa medesima serie si possono forse ascrivere i lembi del territorio di Bobbio.

La massa del Monte Ajona e del Monte Penna, comprende rocce anfimorfiche (principalmente gabbro rosso) sviluppatissime e serpentina, cui in vari punti, massime a Pria Borgheise, alle falde del Monte Penna, si associa la lehrzolite. È anche notevole, presso i confini meridionali della massa, la ingente copia di brecce ad elementi diabasici, calcarei, silicei, scistosi ecc. Si è appunto in tali brecce, evidentemente connesse alla formazione serpentinosa, che si manifesta direi quasi una sfumatura tra essa formazione e i depositi sedimentari eocenici.

Con una sua propaggine, la quale, dal Monte Ajona e e da quello degli Abeti si dirige a N.O., attraversando l'Aveto, l'emersione ofiolitica ora accennata si collega a quelle prossime di Fontanigorda, di Rovegno e di Pietranera, in val di Trebbia.

Val di Trebbia. — L'alta valle di Trebbia, dal crinale apenninico, ove si trovano le sue prime scaturigini, fino al ponte di Rovegno, è costituita di calcari marnosi, calcescisti e argilloscisti talvolta tegolari, rocce proprie all'eocene superiore.

Si osserva che lungo il tratto superiore della valle predominano i calcari, i quali occupano generalmente la porzione più elevata della serie, mentre più innanzi prendono il sopravvento gli scisti, che sogliono costituirne la base. Gli uni e gli altri, d'altronde, offrono pieghe e contorsioni complicatissime e soggiacquero ad una profonda erosione che fece scomparire quasi del tutto le volte delle pieghe; laonde non

è facile impresa quella di rintracciare l'ordine originario di sovrapposizione delle singole assise. Qui trova la sua conferma il detto di Taramelli « che tranne il caso di trafori e di trincee, il rilevare delle sezioni nella regione apenninica sia un giuocare di fantasia anche per coloro che fanno credere di impiegarvi le risorse della geometria. »

Al ponte di Rovegno la scena muta, perciocchè alle tinte cupe ed uniformi degli scisti si sostituiscono quelle vive e svariate di alcune rocce ofiolitiche e di altre metamorfiche associate alle prime, rocce che fanno qui la loro prima comparsa per manifestarsi poi in molti punti a valle lungo le rive della Trebbia. Ivi, la sponda destra del fiume, il quale corre in alveo angusto, è alta, scoscesa e coperta di una congerie di massi di spiccati colori, costituiti in particolar modo di brecce ad elementi ofiolitici e ftanitici, ftaniti, diaspri, calcari silicei, ecc. Meno comuni sono, fra questi massi, serpentine, eufotidi, diabasi più o meno alterate. Sulle alture sempre dalla stessa parte, si vedono in posto alcune di tali rocce; cioè ftaniti, localmente con pirolusite interposta, gabbri verdi (diabasi alterate) e brecce ofiolitiche diverse. Ma, sia per le pieghe e le fratture che subirono, sia per la vegetazione onde sono in parte coperte, i loro reciproci rapporti non appariscono ben manifesti. Il termine inferiore della serie è dato però, senza dubbio, da calcescisti e scisti argillosi e silicei, che si vedono pendenti verso nord e nord-ovest sulla riva sinistra della Trebbia, presso il ponte di Rovegno e saltuariamente spuntano anche per qualche tratto sulla riva destra.

Se si percorre la salita che conduce dalla via provinciale all'abitato principale del comune, si osserva che ai massi caduti e disordinatamente accavallati si succedono masse ofiolitiche che sembrano a posto e costituiscono il Monte Linaiuolo, sede di una antica miniera di rame.

Gli ingegneri che scrissero relazioni sul giacimento metallifero di Rovegno lo considerano quali come un filone, quali come un interstrato di roccia steatitosa metallifera, sot-

toposto alla serpentina. Tali interpretazioni sono fondate tuttavolta su mera parvenza, di che dovetti persuadermi seguendo passo passo per due anni i lavori della miniera. Le gallerie aperte in direzione entro al giacimento, dopo un tratto più o meno lungo, che per talune di esse supera 150 metri, penetrano bruscamente in una argilla steatitosa, sparsa di detriti, oltre la quale, laddove gli scavi furono sufficentemente continuati, s' incontra, non più la ganga del minerale o la roccia ofiolitica più o meno mineralizzata, ma calcescisto o scisto argilloso simile a quello che si vede allo scoperto sull' altra sponda della Trebbia e che in piccoli lembi comparisce anche presso la stessa miniera. La galleria Pramezzano, che corrisponde al piano inferiore della miniera, è tutta compresa in una formazione detritica, oltrepassata la quale, non s' incontrano, invece delle rocce serpentinose, in posto che il solito scisto.

In breve, il complesso delle osservazioni fatte, non solo all' esterno, ma anche entro alle gallerie, dimostra con evidenza che tutto il territorio di Rovegno è una frana immane in cui si comprendono alcuni grandi ammassi di roccia metallifera (diabase alterata, compenetrata di calcopirite ed erubescite). In uno di tali ammassi, assai ricco di minerali ramiferi, sono praticate le principali gallerie del Monte Linaiuolo; le roccie ramifere sulle quali è fondato in parte l' abitato di Rovegno rappresentano un secondo masso simile al primo: altri debbono trovarsi ad un livello inferiore, presso la sponda della Trebbia, ove si vedono traccie di antichi scavi, dai quali sgorga una grossa polla che reca solfato di rame in soluzione. Taccio di massi minori di cui ciascuno può accertare la natura frammentaria.

Lo scoscendimento è assai antico e l' erosione cangiò in cotal modo la configurazione originaria del terreno soprastante da non lasciar chiaramente distinguere la falda montuosa che somministrò sì abbondanti detriti. Della causa precipua cui parmi dover attribuire il fenomeno e del sup-

posto trasporto dei massi che ne risultarono, per opera di un piccolo ghiacciaio, mi occupai precedentemente.

Le serpentine e le rocce concomitanti si presentano ad est e sud-est di Rovegno, fra i monti di Pietra Nera, Casanova, Fontanigorda, Roccabruna, ma sopratutto si sviluppano verso settentrione, in una zona ricca di estesi affioramenti che passa per Ottone, Pietra Negra, Collistano, Pregola ecc.: quindi si manifestano con grandi emersioni a nord-est di Bobbio, nei monti di Pamperdù, Pietracorva ecc. A valle, la formazione serpentinosa è limitata quasi esclusivamente alla riva sinistra, poi, dopo Ponte Organasco, passa alla diritta ed oltre Bobbio è distribuita ai due lati del fiume.

Per vasti tratti, lungo le due rive della Trebbia e specialmente lungo l'orientale, si mostrano anche formazioni più antiche delle serpentinose, fra le quali sarebbero comprese, secondo Taramelli, assise nummulitiche coi loro fossili caratteristici; per esempio, quelle osservate presso S. Martino di Bobbio e al Costiolo della Moriassa, contenenti, tra altri fossili, come già ho avvertito, la *Nummulites Biarritzensis*, propria all' eocene medio.

Fossili.

Fossili del Flysch. — Mentre i depositi eocenici dei bacini di Parigi e di Londra, sono feracissimi di resti organici, colla scorta dei quali fu possibile la suddivisione loro in buon numero di piani e di sottopiani, in Liguria i fossili riferibili al sistema di cui si tratta son rari o almeno poco variati, e non consentono di rintracciare fra noi parecchi degli orizzonti così ben definiti altrove. Le medesime condizioni si ripetono, come è noto, in gran parte della regione alpina e della apennina.

La *facies* dominante, nell' eocene superiore della Liguria e delle regioni precitate, con tanta uniformità, quella cioè del *Flysch*, sembra incompatibile colla ricchezza di fossili e non permette di identificare razionalmente i termini della

serie, che pure si mostra localmente di notevole spessezza [1]. Non si può dire che nel *Flysch* i resti di piante e d' animali manchino completamente ; quelli che vi s' incontrano, essendo generalmente riferibili ad organismi delicati, poco resistenti all' azione degli agenti esterni, stanno a dimostrare che le condizioni dell' ambiente in cui vivevano non erano contrarie alla conservazione dei fossili, ma piuttosto allo sviluppo degli esseri viventi.

Mi farò a porgere qualche cenno dei fossili caratteristici o più notevoli del sistema eocenico in Liguria, cominciando da quelli dei termini superiori della serie, compresi generalmente sotto la denominazione di liguriano, e passando poi a trattare dei nummulitici.

Non mi consta che alcun vertebrato fossile sia stato osservato nei depositi eocenici superiori, non solo nella Liguria propriamente detta, ma anche nei territori vicini. Tengo per fermo che certe tracce mal definite, provenienti da Argentera, nella valle della Stura di Cuneo e considerate come orme d' uccello, come pure altre, rinvenute nel vallone di Pourriac ed attribuite alla pressione d' una zampa di grosso anfibio urodelo, altro non sono che impronte di fucoidi. Mayer-Eymar diede la descrizione di una bivalve mal conservata, l' *Inoceramus Isseli*, raccolta da lui stesso nel calcare liguriano in Genova : si tratta di una conchiglia di cui è ignoto il cardine e che potrebbe appartenere ad altro genere, per esempio a *Modiola*. Alle falde del Monte Creto, presso Aggio, trovai nel calcare a fucoidi una impronta, a costole diverventi che sembra riferibile alla valva superiore di un *Pecten*. Non meno incerto è il significato di alcune piccole macchie circolari, al cui centro corrisponde un forellino (articoli di crinoidi ?), osservate nel calcare marnoso a

---

(1) Nella valle di Trebbia e nella Riviera di Ponente stimo che superi 900 m. di potenza.

Canneto, presso Varese Ligure. Sono, all' incontro, ben definiti gli avanzi organici appartenenti alle infime classi del regno animale ed ai vegetali inferiori.

Fossili delle ftaniti e dei diaspri. — Rinvenni modelli interni di piccole bivalvi, poco distinte, in una serie certamente diversa e più antica del *Flysch* tipico, cioè nelle ftaniti rosse, superiori alle serpentine, lungo il fianco meridionale del Monte Treggin [1]. Piccoli fossili lenticolari, biancastri, del diametro di 5 a 6 millimetri, che credo nummuliti, furono raccolti in analoghe condizioni di giacitura al Monte Porcile, dall' ing. Mazzuoli.

Già ricordai per incidenza le foraminifere dei calcari di Diano e del Monte Carevolo, le spicule di spugne di Quezzi; ma non ho ancora accennato alle radiolarie delle rocce silicee che sono certamente i fossili più numerosi. Le spoglie loro costituiscono in gran parte, in alcuni casi quasi esclusivamente, i diaspri e le ftaniti che si manifestano nella Liguria orientale sopra aree di più decine di chilometri quadrati e con centinaia di metri di potenza. Si può asserire senza esagerazione che quelle rupi sulle quali si ottundono i migliori scalpelli e spesso s' infrange l' acciaio del martello più fine, furono in passato una congerie di esseri viventi, di protozoi natanti in balia delle correnti.

I campioni di tali rocce che mi si palesarono più ricchi di radiolarie sono ftaniti del Monte Bianco, diaspri e ftaniti del Monte Treggin, del Monte Bocco, di Bargone, diaspri e sopratutto noduli manganesiferi di Cassagna.

Nelle falde scistose che limitano localmente le lenti di pirolusite di Cassagna si trovano tali noduli di diaspro manganesifero, di cui mi furono comunicati primamente al-

---

[1] Il dottor Martignoni, me ne recò altri simili dalle falde del Monte Gruppo, presso Framura.

cuni saggi del dott. Martignoni, autore di uno studio chimico sui depositi di manganese della Liguria.

Questi noduli hanno forma, quale di sferoide, quale di ovoide, quale di oliva spesso appuntata alle due estremità, misurando generalmente da 4 a 6 centimetri nella maggior dimensione. La loro durezza è uguale a quella del quarzo e va unita a notevole tenacità; sono relativamente assai pesanti, perchè ricchi di manganese; il loro colore è rosso-bruno, screziato di nerastro, con lucentezza grassa all'esterno, un po' metalloidea all'interno; appariscono translucidi quando sono tagliati in lamine sottili; all'esterno, hanno tatto un po' untuoso. Nella frattura, si manifesta in essi un accenno di struttura concentrica.

Ad un ingrandimento di circa 200 diametri, le lastrine sottili, tagliate in questi noduli, appariscono costituite di materia amorfa, diafana, sparsa di copioso pigmento rossastro (che si lascia difficilmente attraversare dalla luce), in mezzo alla quale si distinguono, in grandissimo numero, sezioni di corpi organici. Sono radiolarie, quali ben conservate, quali più o meno alterate dalla fossilizzazione, che in qualche punto della preparazione spiccano in chiaro sul fondo rossastro, e altrove invece si distaccano in rosso cupo sopra un fondo chiaro.

Fra tali fossili, di gran lunga prevalgono le specie del genere *Cenosphaera*; vi ho riconosciuto, per esempio, la *vulgaris* (dei diaspri eocenici di Limite e d'altri punti in Toscana) e la *minima* (dei diaspri cretacei di Castiglione in Garfagnana), entrambe descritte dal prof. Pantanelli [1]. Altra specie presente, ma assai più rara, è una *Dictyomitra*, descritta dallo stesso autore col nome di *Polystichia Ehrenbergi*, sopra

[1] *I diaspri della Toscana e i loro fossili.* Memorie della regia Accademia dei Lincei, vol. VIII, seduta del 6 giugno 1880.

esemplari di diaspri eocenici di varie località toscane. Taccio di alcune forme indeterminate e probabilmente nuove.

Le sezioni di *Cenosphæra* sono in alcuni punti tanto copiose, da occupare quasi esclusivamente il campo del microscopio.

Oltre ai noduli, mi si manifestarono fossiliferi altri campioni di rocce del medesimo territorio.

La fig. 31 riproduce l'aspetto di una sezione di diaspro manganesifero di Cassagna (veduta al microscopio), nella quale i fossili, meno abbondanti, appariscono tuttavia più chiaramente che nelle preparazioni dei noduli. Verso la parte media dell'incisione e in alto, v'ha un circoletto più chiaro dell'area circostante, guarnito alla periferia di minutissime punte e di una specie di breve appendice. Tale apparenza è dovuta, a quanto pare, ad una radiolaria del genere *Sethocapsa*. A destra, si osserva una immagine che spicca in chiaro e rappresenta parte di un guscio fusiforme diviso in parecchie cellette, riferibile ad una *Dictyomitra*. In basso, a destra, la sezione a foggia di fiaschetta è una *Stichocapsa*. I tre circoletti bianchi, visibili l'uno alla parte inferiore del-

Fig. 31.

Sezione del diaspro di Cassagna, veduta al microscopio.

l'incisione e verso il mezzo e gli altri due in alto, a sinistra, sono *Cenosphæra* (?). La piccola sezione circolare e munita di appendice, situata in basso a sinistra è forse una seconda *Sethocapsa*. Finalmente, le strisce e le macchiette irregolari

bianche che si osservano in varie parti del disegno rappresentano una piccola interposizione, direi quasi una vena interrotta di quarzo e granuli del medesimo minerale; alcuni di questi granuli sono poi, probabilmente, radiolarie alterate ([1]).

In due preparazioni della ipoftanite del Monte Bianco, sopra Sestri Levante, malgrado la imperfetta trasparenza delle piastrelle, osservai chiaramente molte radiolarie, tra le quali, comunissima, la *Cenosphæra vulgaris* e, meno frequente, una *Dictyomitra*. Questa ipoftanite presenta sulle sue superficie di scistosità piccole macchie ([2]) perfettamente circolari, di color bianco giallastro, che spiccano sulla tinta rosso-mattone della roccia, macchie le quali, nelle sezioni perpendicolari ai piani di scistosità, appariscono lenticolari. Orbene, in corrispondenza delle macchie, le lastrine sottili si mostrano al microscopio più ricche di radiolarie, le quali vi formano come specie di concentrazioni, destituite del pigmento manganesifero che abbonda tutto all' intorno.

Altra preparazione fossilifera è tratta da una roccia raccolta sul Monte Bocco, sopra Bargone, presso alcuni scavi eseguiti per ricerche minerarie dal sig. G. B. Bonelli; roccia, la quale, dai caratteri esterni, sembra prossima a certi gabbri rossi sfatti ed offre, all' esame microscopico, cristalli e granuli alterati d' augite e di plagioclasio, in mezzo a copiosa materia amorfa argillosa, con secrezioni di viridite fibrosa.

Anche prescindendo dalla circostanza che l' esemplare sembra un termine intermedio fra una roccia decisamente cristallina e da taluno ritenuta eruttiva (la diabase) ed uno

([1]) Le parti del disegno rimaste bianche risultano diafane nella preparazione.

([2]) Le più piccole misurano poco meno di un millimetro di diametro, le maggiori superano i tre centimetri.

scisto sedimentare (argilloscisto), esso merita speciale attenzione, perchè gremito di fossili microscopici, che sono in primo luogo radiolarie pertinenti al gruppo *Monosphæridae* (*Cenosphæra?*) e subordinatamente *Dictyomitra* ed *Euchitonia*, nessuna però in tale stato da consentire una determinazione specifica ([1]).

Finalmente, una lastra sottile tratta da un campione di ftanite nera del monte Treggin offre al microscopio alcuni corpi organici mal definiti.

Origine dei diaspri. — La scoperta di radiolarie fossili nei noduli diasprigni di Cassagna e nelle rocce ftanitiche del Monte Bianco può addursi a conferma della ipotesi avanzata dal Pantanelli, nella memoria precitata, ipotesi secondo la quale i diaspri avrebbero origine da sedimenti d' alto fondo, ricchi di organismi silicei e non sarebbero, come altri crede, rocce metamorfiche.

Ed invero ritengo i noduli ora decritti analoghi a molti di quelli che si estraggono dagli alti fondi odierni e che l' esame microscopico dimostra costituiti dalla aggregazione di tenuissimi organismi silicei ([2]). Fra i saggi di fondo raccolti dalla spedizione idrografica italiana imbarcata sul *Washington* nel 1881, saggi di cui pubblicai una sommaria descrizione in collaborazione col sig. Deamezaga ([3]), figura un noduletto di piromaca nerastra, del peso di 9 grammi, che presenta al microscopio copiosi avanzi organici e prin-

([1]) Noto qui, per incidenza, che il prof. Bombicci già segnalava radiolarie ben distinte, nelle sezioni sottili dei gabbri rossi del Bolognese.

([2]) *Report on the scientific Results of the Voyage of H. M. S.* Challenger *during the Years 1873-76*, *Zoology*, vol. XVIII, parte I, pagina 168. London, 1887.

([3]) *Esame sommario dei saggi di fondo raccolti dalla spedizione idrografica imbarcata a bordo del R. piroscafo Washington, sotto gli ordini del comandante G. B. Magnaghi.* Genova, tip. Pagano. 1883.

cipalmente spicule di spugne, il quale somiglia assai ai sopradescritti. Esso fu estratto da 2836 m. di profondità, nel Tirreno, a 41° 27′ di lat. nord e a 7° 49′ di long. est., Gr.

Tuttavolta, io non saprei rinunziare alla interpretazione, già da me propugnata, secondo la quale le ftaniti e i diaspri che ad esse si connettono sarebbero in gran parte metamorfici.

Nei diaspri della Liguria, come in quelli di molte altre regioni, infatti, la diasprizzazione non si manifesta solo nella ricchezza di silice incristallizzabile e nella presenza di organismi silicei (quest' ultimo carattere è abbastanza frequente non però costante), ma in altri caratteri, fra i quali citerò la rubefazione, dovuta a copioso sesquiossido di ferro o a silicato di manganese, e l' interposizione fra le assise di straterelli quarzosi, cristallini, ai quali si connettono vene e filoncelli della medesima sostanza.

Nella Riviera di Levante, e specialmente al Monte Bianco, al Monte Pù, a Bargone, a Cassagna, a Nascio, al Monte Grumo, al Monte Zenone, al Monte Porcile, ecc., i diaspri sono intimamente connessi, dal punto di vista stratigrafico, ai calcari e alle ftaniti, ed, insieme a queste rocce, costituiscono stratificazioni di centinaia e centinaia di metri di potenza, sempre però nelle vicinanze delle serpentine. In tutta la plaga eocenica della Liguria, sarebbe impossibile raccogliere un solo campione di diaspro, o di ftanite, in posto che non fosse connesso alla formazione ofiolitica. Perchè ciò? Indubbiamente, perchè la formazione dei diaspri è una delle precipue conseguenze dei fenomeni idrotermali, che si produssero quando vennero alla luce le serpentine.

I calcari associati ai diaspri non sono già quelli tanto comuni altrove nel medesimo orizzonte; ma si mostrano sempre più o meno cristallini, più duri e più fragili del consueto. Non di rado, come presso Bargone e lungo la via del Bracco, assumono l' aspetto e la struttura della pietra litografica. In ordine alla composizione, bene spesso sono

impregnati di silice e di ossidi metallici e passano, per tutte le possibili varietà intermedie, alle ftaniti.

Lo stesso giacimento di Cassagna, in cui furono raccolti i noduli fossiliferi, porge un valido argomento a pro' della mia tesi. Ivi i diaspri e le ftaniti, si fanno grado grado ricchi di manganese, finchè si convertono in pirolusite quasi pura. È noto che l' idrato di manganese abbondantemente diffuso negli alti fondi, incrosta i corpi sommersi e costituisce, nei sedimenti abissali, piccole concrezioni; ma l' adunamento di migliaia e migliaia di tonnellate di pirolusite in un punto solo non si può spiegare senza l' intervento di una causa estranea, senza il concorso dell' acqua termale e minerale che tolse il manganese da un lato, sotto forma di sali solubili, e dall' altro ne impregnò le rocce e lo depositò nelle loro soluzioni di continuità sotto forma di pirolusite [1].

In conclusione, io non ho ragioni fondate per mettere in dubbio che la silice dei diaspri eocenici provenga originariamente dalle radiolarie, dalle spicule di spugne, dalle diatomee e da altri organismi d'alto fondo; ma sono pur persuaso che i sedimenti contenenti siffatti corpi organici non si convertirono spontaneamente in diaspro se non sotto forma di noduli.

Perchè il diaspro stratiforme e le annesse ftaniti avessero origine era necessario, a parer mio, un vero metamorfismo, occorreva che una causa estrinseca disciogliesse, almeno in gran parte, la silice, la diffondesse nella massa rocciosa, aggiungesse a questa elementi metallici, che le mancavano, impartisse infine alla roccia, la durezza, la tenacità, la struttura che le sono proprie.

---

[1] La conversione del biossido e dell' idrato di manganese degli alti fondi nel silicato del medesimo radicale, che impregna diaspri, ftaniti e scisti, colorandoli in rosso cupo, mi sembra dovuta parimente ad azioni idrotermali.

Osserverò infine che, se i diaspri, a differenza delle altre rocce della medesima formazione, sono incomparabilmente più ricchi di fossili microscopici, si è perchè, a parer mio, la diasprizzazione, impregnando la pietra di silice e rendendola dura, tenace, ed impermeabile, ebbe per effetto la conservazione degli organismi più minuti e delicati cui essa dava ricetto.

Anche il manganese della Liguria orientale e delle altre regioni in cui si danno estese emersioni ofiolitiche, come dissi, fu originariamente depositato negli alti fondi marini, sotto forma di manganite, diffusa in sedimenti di natura diversa, e coprendo di lieve intonaco i corpi sommersi (come si osserva negli alti fondi odierni), ma solo in virtù di fenomeni idrotermali posteriori, potè impregnare intensamente alcune assise, sostituendosi ad altri materiali di esse e costituire strati, ammassi e filoni di pirolusite quasi pura.

Radiolarie contenute in cristalli d' albite. — Raccolsi tempo fa, nel comune di Rovegno, presso la miniera omonima, alcuni campioni di un calcifiro notevole per la profusione dei cristalli d' albite che vi si trovano disseminati e per le dimensioni di questi cristalli, i quali bene spesso oltrepassano i due centimetri di lunghezza.

Affine di studiare i caratteri ottici del minerale e di accertarne la determinazione, feci preparare alcune sezioni sottili del calcifiro e le esaminai al microscopio. In questa indagine ebbi a tutta prima da osservare che il calcare criptocristallino di cui è precipuamente costituita la roccia contiene numerose radiolarie convertite in pirite, le quali riescono perciò ben visibili, stante la perfetta opacità del minerale che spicca sul fondo diafano della sezione. Sono principalmente: *Cenosphaera, Thecosphaera, Caryosphaera, Heliosphaera, Euchitonia, Dictyomitra, Stichocapsa* ecc. di specie nuove e mal definite, riferibili tuttavolta a tipi già noti nelle formazioni eoceniche e cretacee superiori.

Il ritrovamento di fossili in una roccia cristallina è un fatto assai raro, ma non senza esempi; un'altra circostanza

si verifica però nel nostro calcifiro e costituisce, per quanto credo, un fatto nuovo ed imprevisto; si tratta della scoperta di alcuni fossili contenuti entro gli accennati cristalli d'albite od incastonati in qualche parte di essi.
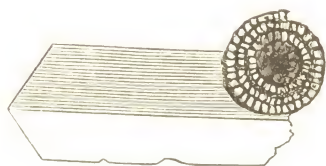
Fig. 32.

Caryosphaera incastrata in un cristallo d'albite: assai ingrand. (luce polarizz.)

Ho potuto osservare fin qui nove casi evidenti di siffatta particolarità. Uno di essi presenta una *Caryosphaera* in perfetto stato di conservazione, impiantata alla estremità di un prisma (con distinta geminazione), in guisa da sostituirsi ad uno degli angoli solidi (fig. 32); un secondo offre la sezione di un organismo ancora indeterminato, di forma ovato-conica, diviso internamente in quattro cavità, incastonato alla estremità di un altro geminato (fig. 33); si tratta probabilmente di una *Dictyomitra*.
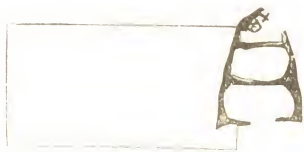
Fig. 33.

Dictyomitra? incastrata in un cristallo d'albite: assai ingrand.

In un altro esemplare, il fossile, che è indubbiamente una radiolaria, occupa l'estremità del cristallino d'albite che lo accoglie e sporge per piccola parte della sua periferia (fig. 34).

La figura 35, infine, presenta i resti di una radiolaria di forma ovato-allungata, con tracce di concamerazioni, che potrebbe appartenere ad una *Stichocyrtide*. Il fossile è qui

Fig. 34.

Altra radiolaria, incastrata in un cristallo d' albite: assai ingrand.

interamente contenuto nel cristallo, il quale indubbiamente lo impigliò nell' atto di cristallizzazione.

Fig. 35.

Altra radiolaria, completamente acclusa in un cristallo d' albite; assai ingrand.

Il calcifiro di Rovegno, giace alla parte inferiore della formazione serpentinosa e deve essere ascritto all' epoca eocenica. I fossili che vi furono rinvenuti, analoghi a quelli segnalati dal Pantanelli nei diaspri eocenici di Limite, valgono ad accertarne la posizione stratigrafica.

La scoperta di fossili entro i cristalli d' albite, in correlazione coll' età della roccia e con notevoli particolarità di essa, in ispecie colla corrosione, per opera di agenti idrotermali, di cui porta le traccie, mi sembra suscettibile di spargere qualche luce sul problema relativo alla genesi delle roccie cristalline.

Fucoidi. — Le fucoidi eoceniche della Liguria si possono

distinguere in vari generi, fra i quali ben definiti *Chondrites* e *Bostricophyton*, che appartengono sicuramente alle floridee e *Münsteria* che spetta alle fucacee. Altri come: *Eoclathrus*, *Hormosira*, *Saportia*, *Helminthoida*, sono ancora imperfettamente definiti e rimane incerto il posto che debbono occupare nella serie delle alghe.

Communissimo è il *Chondrites intricatus*, di cui il Museo di Genova possiede esemplari numerosi, raccolti nella città stessa, a Sturla, a Boccadasse, a Ruta, a Taggia, a S. Remo ecc. Il *C. Targionii*, specie assai variabile nei suoi aspetti, è quasi diffuso quanto il primo e talvolta abbonda a tal segno da coprir completamente colle sue sottili arborescenze, per estesi tratti, la superficie degli strati: così, per esempio, a Seborga. Il *C. affinis* è una grossa fucoide, in cui la fronda offre un ramo principale pinnato e i secondari divisi dicotomicamente. Esso fu segnalato a Genova, alla Madonna del Monte, al Monte Creto, al Monte Bastia, al Monte Fascia, al Monte Alpesisa, a Portofino, a Taggia, a Santo Stefano d'Aveto ecc. Mentre, per la massima parte, i resti di questa specie spiccano in nero sul fondo bigio della roccia (per la materia carboniosa che risultò dalla fossilizzazione della pianta), alcuni, essendo convertiti in calcite spatica, si distinguono poco pel colore, ma, guardati contro luce, si mostrano translucidi, la pietra che li ricetta essendo invece opaca.

Il *Bostricophyton Pantanellii*, che si trova sul Promontorio di Portofino, è distinto da sottili cespiti, retti o appena arcuati, ramosi, divisi dicotomicamente ed avvolti in sottilissima spira; per cui dalla fossilizzazione sono convertiti in impronte arborescenti formate di piccoli tratti obliqui disgiunti. L'*Eoclathrus fenestratus*, Squin., è fondato sopra una impronta che trovai in uno degli strati fossiliferi superiori della Madonna del Monte, impronta a larghe celle, irregolarmente esagonali e disuguali, disposte in cinque o sei serie longitudinali.

La *Münsteria annulata*, Schaph., proveniente dalla Madonna del Monte, dal Monte Creto, da Taggia, da Oneglia ecc. presenta fronde diramate, a rami costituiti dalla successione di piccoli ingrossamenti che simulano anelli schiacciati. La *Hormosira moniliformis*, Heer, da altri compresa nel genere *Münsteria*, sembra differire dalla precedente, più che altro, per le minori dimensioni. Si trova alla Madonna del Monte.

La *Saportia striata*, recentemente descritta da Squinabol sopra un modello assai ben conservato da me raccolto nella cava di calcare di San Fruttuoso, è formata da una grossa fronda cilindrica, dicotomicamente ramosa, attraversata da due ordini di strie oblique. Questo fossile problematico rappresenta forse la porzione radicale di qualche grossa alga o zostera.

Rispetto alle *Helmintoida*, lo Squinabol che se ne occupò a lungo nei suoi lavori sulle fucoidi, le considerò dapprima come alghe, seguendo in ciò le tracce dell'insigne paleofitologo Heer; avendo poi osservato che certi *Limax* lasciano segni meandriformi, analoghi a quei fossili (pascolando su lastre d'ardesia coperte di muffa e d'altri organismi) e tenendo conto del fatto che alcuni molluschi acquatici, come *Patella* e *Ancylus*, producono segni consimili sulle pareti degli acquari in cui si conservano, venne alla conclusione che appartengono al novero delle impronte fisiologiche e sono estranei al regno vegetale.

Malgrado le considerazioni dalle quali siffatta interpretazione è avvalorata, persisto nel collocare il genere *Helmintoida* fra le piante fossili e ciò, prima di tutto, perchè sono talvolta assai più profonde e più nette dei solchi che può lasciare, sopra un fondo melmoso, qualunque animale acquatico, sia strisciando, sia pascolando. In secondo luogo, perchè fin dal 1871, se non erro, raccolsi alla Madonna del Monte una *Helmintoida*, in cui l'impronta è accompagnata, ai due lati, da una zona carboniosa di 2 a 3 millimetri di larghezza, la quale, non può provenire, a parer mio, che dalla scomposi-

zione della materia organica (alga) che produsse il solco meandriforme ([1]).

Posteriormente, un esemplare che presenta il medesimo carattere con maggior evidenza fu donato al Museo di Genova dal signor G. Dellepiane, il quale lo aveva rinvenuto sul Monte Saccarello. In questo fossile la materia carboniosa produce come una penombra intorno al solco e sembra dovuta al residuo di qualche liquido organico, spremuto per effetto della pressione subita dal corpo che lasciò l'impronta. Tal corpo era forse un tubo resistente pieno di liquido denso o di tessuto molle, atto a spandersi.

Se l'ipotesi avanzata dallo Squinabol, secondo la quale la zona carboniosa sopra accennata altro non sarebbe che il residuo della materia organica di cui era coperto il fondo marino, e che fu tolta da un mollusco lungo la via da lui percorsa pascolando, questa zona non si mostrerebbe regolarmente disposta a destra e a sinistra dell'impronta, in modo da destar l'idea, come dissi, d'una penombra. Inoltre, il solco prodotto dall'apparato buccale del mollusco dovrebbe essere accompagnato, verosimilmente, dalla impressione lasciata, strisciando sulla melma, dalla parte inferiore dell'animale, dal piede, se si trattasse di un gasteropodo; ma di tale impressione non si scorge alcuna traccia nelle *Helminthoida* che ho potuto esaminare.

Fossili della formazione nummulitica. — I fossili della formazione nummulitica della Liguria occidentale o piuttosto del Nizzardo furono illustrati in una classica memoria dal Bellardi, in collaborazione con E. Sismonda, d'Archiac e Haime ([2]). Essi consistono in 5 specie di cefalopodi (una *Beloptera* e 4 *Nautilus*), 293 specie di gasteropodi e di lamel-

---

([1]) Da allora in poi presentai quasi ogni anno l'esemplare nella mia scuola, adducendolo a prova della natura vegetale di quelle vestigia.

([2]) *Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques du Comté de Nice.* Mémoires de la Société géologique de France, 2e série, tome IV.

libranchi, 4 specie di anellidi, 21 di echinodermi, 25 di polipai, 2 di briozoi e 17 di rizopodi (quasi tutte nummulitidi). La maggior parte degli esemplari descritti proviene dalla Palarea, da Roquestéron, La Penne, Le Puget. Le specie sono, quali nuove, quali comuni ai giacimenti fossiliferi di Parigi, Londra, Bayonne, Corbières, ecc. Notevolissime la gigantesca *Ovula Bellardii*, Desh., una *Nerinaea* (¹) (*N. supracretacea*, Bell.), parecchie nuove *Cypraea*, *Rostellaria*, *Crassatella*, ecc.

Nella Valle di Mentone e a Garavan, abbondano le nummuliti, fra le quali *N. subglobosa*, d'Arch., e *N. personata*, d'Arch. Nella prima località, raccolsi insieme ai fossili, piccoli grumi di un combustibile fossile analogo al litantrace (²).

I calcari nummulitici della Mortola forniscono fossili, non ben conservati, tra i quali furono indicati da Tournöuer: *Natica sigaretina*, *Turritella imbricataria*, *Pecten parvicostatus*, *Pectunculus deletus*, *Cardium Bonellii*, *Cardita acuticostata*, *var.*, *Trochocyathus Van den Hekei*, *T. cyclolitoides*, *Nummulites perforata*. Entro questi medesimi calcari, trovai, lungo la riva del mare, appiè della amenissima villa Hanbury, *Cardium Perezi*, Bell., *Nummulites personata*, D'Arch. (fig. 36), nonchè avanzi d'un granchio e parecchi coralli indeterminati.

Fig. 36.

Nummulites personata, d'Archiac: grand. nat

(¹) Secondo Zittel, sarebbe invece un *Cerithium*.

(²) Risale probabilmente alla medesima età il carbon fossile, segnalato a Perinaldo presso Dolceacqua.

Dal prof. Orsini di Ventimiglia ricevetti alcuni fossili eocenici, appartenenti allo stesso piano di quelli della Mortola, da lui raccolti al Monte Grammondo. Senza tener conto di parecchie bivalvi non suscettibili di determinazione, sono: *Turritella, Natica* e *Turbinella*.

Dal Monte Torraggio, presso Pigna, mi fu recato un campione di calcare gremito di nummuliti, una delle quali di grandi dimensioni, la N. *complanata*, Lam., ed un'altra più piccola, la *Tchihatcheffi*, d'Arch., entrambe studiate dal dott. Tellini. Io stesso, poco lungi, osservai piccole nummuliti nel calcare nero, in cui è aperta la grotta della Giacheira. Un potente banco nummulitico si trova superiormente alla formazione cretacea, lungo la riva sinistra della Roia, dai pressi di Saorgio fin sopra Airole. Io vi raccolsi piccole nummuliti alla Croce dell'Arpetta ed altre specie dello stesso genere, con avanzi che attribuisco dubitativamente ad echinodermi, sul monte denominato Testa d'Alpe.

Il Museo di Genova possiede campioni di calcare e ciottoli della stessa roccia con nummuliti (*N. Boucheri?*), di San Biagio presso Sanremo. Un ciottolo consimile fu trovato da me alle Terre Bianche sopra Santo Stefano. Finalmente, entro un piccolo masso di calcare rinvenuto erratico sul monte Torbi, ove non si vedono in posto che rocce triassiche, si scorgono tracce appartenenti forse al medesimo genere.

Nella Liguria orientale, fra le arenarie tenaci, inferiori alla formazione ofiolitica e forse pertinenti ad uno dei termini più antichi della serie eocenica, fu scoperto, durante i lavori di scavo della Galleria di Vallegrande, un arnione siliceo nerastro, il quale, segato per metà, presenta la sezione incompleta d'una conchiglia, probabilmente di un *Nautilus*.

Falsi Fossili.

Impressioni radiculari. — È noto che le radici di molte piante esercitano una azione dissolvente su certe rocce, come per esempio, il calcare, la dolomia, il gesso ecc. e produ-

cono alla loro superficie impressioni arborescenti più o meno profonde. Il Sachs dimostrò con appropriati esperimenti che l'erosione così prodotta è dovuta a succhi acidi, organici, contenuti nelle cellule radiculari e non all'anidride carbonica sviluppata dalla pianta.

Le *impronte radiculari* (parmi che questa denominazione possa loro convenire) appariscono più distinte, allorchè per opera delle radicelle, rimane disciolto ed eliminato lungo i loro filamenti un intonaco minerale, per esempio manganesifero, di cui si trovano naturalmente spalmate le falde o lastre rocciose che portano tali impronte. Esse meritano di fissare l'attenzione del geologo perchè imitano l'aspetto di alcune fucoidi, ed infatti più d'una volta furono scambiate per fossili.

Osservai numerosi esempi di simili impronte nelle ftaniti ed ipoftaniti del Monte Bianco e del Monte di Bargone. Alla superficie delle falde di queste rocce (falde che si separano agevolmente l'una dall'altra per scistosità), si vede un intonaco metalloideo, nerastro, di manganite, interrotto da arborescenze e frastagli ben netti, in cui, essendo eliminato l'intonaco, apparisce il colore vinato o fegatoso proprio alla pietra. Si tratta in generale di impressioni sottili, quasi rettilinee, che portano ramuscoli alterni, irregolari, retti o leggermente flessuosi e spesso bifidi. In alcuni casi, questi rami e ramuscoli s'intersecano in varie fogge, formando una rete a maglie fitte. I rami principali sono talvolta assai lunghi e non si assottigliano da una estremità all'altra, ma si terminano bruscamente in punta ottusa; la loro larghezza media è di 4 o 5 millimetri, mentre raggiungono sovente più di 50 centimetri di lunghezza.

Tanto al Monte Bianco quanto al Monte di Bargone, le impronte sono prodotte dalle radici assai lunghe e tenaci di due piante comunissime, cioè del *Buxus sempervirens* e della *Genista aspalathoides*, radici i cui filamenti si trovano spesso aderenti ancora alle falde rocciose impresse. È notevole il fatto che l'intonaco manganesifero rimase sciolto, non

solo in contatto di ciascun filamento radicale, ma anche ad una certa distanza.

In una lastra di scisto argilloso, raccolta al Monte Caucaso, sopra Chiavari, vidi impressioni radiculari più semplici e più sottili (prodotte da altra pianta), in cui il disegno si stacca in giallastro sul fondo bruno della roccia; perciocchè la superficie di questa, alterata dagli agenti esterni, rimase attaccata dai filamenti radicali, che posero allo scoperto la parte sottostante di colore più chiaro.

Figure di viscosità. — Sono pure da comprendersi fra i falsi fossili altre impressioni, meno distinte e più rare, che ho denominate *figure di viscosità.* Divaricate senza scosse due lastre di roccia ben liscie, che aderivano mercè l'interposizione di una materia vischiosa (come per esempio argilla stemperata), si troverà il corpo vischioso distribuito sulle due superficie, in modo da costituire elegantissime arborescenze che si dividono e si suddividono in frastagli sempre più minuti, talchè offrono l'immagine di alghe, di ramuscoli di coralli od anche di vasi sanguigni nelle loro ultime e complicate diramazioni.

I frastagli più minuti e complicati si formano ove la materia è deficiente, cioè, in generale, alla periferia della plaga vischiosa. Allorchè il liquido sia poco vischioso, i rilievi ramificati appariscono più larghi, meno elevati e meno frastagliati. In questo caso, la figura, in breve, si sforma, perchè le diramazioni periferiche più sottili sono assorbite da quelle sulle quali si inseriscono, che si fanno alla loro volta più larghe all'estremità, foggiandosi ad espansioni claviformi o digitate. Facendo uso di liquido scorrevole, le arborescenze svaniscono appena comparse, per l'immediato assorbimento delle propaggini ramose.

S'intende facilmente come figure simili a quelle che si ottengono artificialmente si producano, eziandio, senza il concorso dell'uomo, sulle falde rocciose, e in particolar modo alla superficie delle lamine scistose o degli straterelli che appartengono ad assise soggette a sfaldarsi spontaneamente,

Materie terrose più o meno stemperate, ed acque mineralizzate forniscono ordinariamente il liquido vischioso necessario alla produzione delle arborescenze. In seguito al fendersi e al frangersi spontaneo delle rocce, sotto l'influenza degli agenti esterni, massime pel gelo, si verifica poi il distaccarsi delle superficie che erano a contatto, circostanza per la quale si riproducono le condizioni normali dell'esperienza sopra descritta.

Le figure di viscosità, formate naturalmente alla superficie di falde rocciose, a spese di melme o bellette, sono poco stabili, e, in generale, basta a farle scomparire l'azione della pioggia, o quella del dilavamento. Ma in alcuni casi, però, tali figure, ancorchè per se stesse fugaci, possono lasciare tracce permanenti, in virtù d'un fenomeno posteriore di corrosione o d'incrostazione. La falda rocciosa sulla quale si sono formate le note arborescenze, è suscettibile di subire l'azione di acque acidule, corrosive, le quali attaccano la pietra in ogni parte di essa non rivestita dell'intonaco melmoso; oppure, può essere coperta, per opera di acque minerali, di una incrostazione peculiare, che si depositi soltanto laddove la pietra è denudata. Nell'un caso e nell'altro, scomparsa la sostanza terrosa originaria, si comprende come le figure di viscosità, rimangano durevolmente impresse, sia come tenui rilievi preservati dalla corrosione, sia come incavi limitati da un deposito che coprì la superficie circostante.

Osservai più volte simili figure, così formate naturalmente, su lastre d'ardesia, e su falde di calcescisto eocenico. Quantunque, generalmente, pallide e poco nette, non è difficile scambiarle per tenui impronte d'antichi organismi.

In tesi generale, le figure di viscosità si osservano sopra superficie di rocce lisce e terse: esse non si ripetono mai sulle testate degli strati e dei letti scistosi e negli interstizi assai sottili; non passano in alcun caso alle fratture, che tagliano obliquamente o normalmente i piani di stratificazione e di scistosità; non presentano mai un deposito car-

bonioso, il che, bene spesso avviene, per le vere fucoidi [1]; non sono incavate, ma piane, o in rilievo; e in questo caso, il rilievo è di materia diversa dalla roccia madre. Le arborescenze possono dividersi e suddividersi in ramificazione dicotomica, regolarissima, possono scindersi, invece, secondo una ragione diversa; talvolta i rami secondari e terziari sono allargati a guisa di clava: altra volta, sono assottigliati; bene spesso, si terminano in intricati frastagli che ricordano i setti degli ammonitidi, o pure sono bruscamente interrotti; ma i rami principali, come i secondari, non presentano mai solchi, strie o granulazioni. Una delle estremità della figura suol essere a rami più assottigliati e meno netti dell'altra.

Le impronte radiculari sono sempre piane o lievemente incavate. Non di rado, se di recente formazione, presentano in mezzo ai loro ramuscoli resti dei filamenti radicali che diedero loro origine. Generalmente, hanno tinta più chiara di quella propria alla superficie della roccia sulla quale appariscono. Assumono forme svariate, diverse secondo le specie di piante cui appartengono le radici dalle quali provengono; e bene spesso, costituiscono, anzichè arborescenze, reti a maglie più o meno fitte ed irregolari. Esse possono osservarsi sulle superficie rocciose, curve e scabre, e si estendono talvolta anche alle testate degli strati e delle falde scistose.

Dendriti. — Sotto la medesima rubrica di falsi fossili, meritano di essere citate anche talune dendriti, minute cristallizzazioni filiciformi o muscoidi che trovansi accluse in rocce compatte e simulano vegetali fossili.

[1] Come è noto, il reattivo di Schultze, soluzione concentrata di clorato di potassio nell'acido nitrico, permette di accertare sulle impronte di natura incerta anche lievi traccie di carbonio. Queste, infatti, a contatto del reattivo e col sussidio di un moderato riscaldamento, scompariscono in breve.

Potrei ricordare alcuni esempi di simili dendriti osservate in Liguria nei calcari silicei del Monte Negro e nei calcari litografici d'altre provenienze; ma basterà al mio assunto recar un cenno di quelle che abbondano sul versante meridionale del Monte di Bargone, presso la sella per quale si passa dalla valle del Bargonasco alla valle del Gromolo. Sono arborescenze nerastre e brune che riproducono talora l'aspetto di elegantissimi cespiti di muschi e di alghe, quali si conservano disseccati negli erbari: e tal'altra, invece, presentano con meravigliosa evidenza la immagine minuscola di un bosco più o meno folto, di un cespuglio più o meno frondoso, disegnata da artista abilissimo e minuzioso. Queste dendriti si trovano alla superficie di falde scistose d'un galestro di color verdastro, sovrapposto a scisti vinati e a ftaniti rosse, e sono costituite di manganite commista ad un po' di limonite, inoltratasi, in soluzione, nei meati della roccia, e passata poi allo stato solido, assumendo struttura cristallina. In alcuni casi, il fenomeno da cui dipende la formazione delle figure di viscosità esercita pure la propria influenza sulla produzione delle dendriti.

Rocce.

Mi farò a porgere succinte considerazioni sulle rocce più notevoli della formazione serpentinosa eocenica, in Liguria, e fra queste introdurrò trascritti quasi testualmente alcuni cenni descrittivi, già compresi in una relazione [1] pubblicata fin dal 1881 dall'ing. Mazzuoli e da me.

Reputo superfluo lo intrattenere il lettore delle rocce di sedimento riferibili a questo sistema, perchè poco avrei da aggiungere a quanto esposi nella parte stratigrafica e perchè dovrò occuparmi di alcune fra le più importanti nel capitolo consacrato ai materiali estrattivi.

[1] Boll. del R. Comitato geol., anno 1881, n. 7-8.

Eufotide. — L'eufotide o gabbro, roccia essenzialmente costituita, secondo i litologi, di labradorite associata a cristalli di diallagio, è largamente diffusa nella zona ofiolitica orientale, mentre è assai rara in quella che si estende tra il Capo di S. Andrea e Voltaggio.

Più comunemente, l'eufotide è rappresentata presso di noi da quell'associazione di plagioclasio criptocristallino, tenace, verdastro (saussurite degli autori) e diallagio lamellare, bronzino o nerastro, metalloideo, in grossi cristalli, denominata granitone dai Toscani.

Il granitone che si trova nelle condizioni tipiche alla Baracca, a Mattarana, nella valle di Piazza, a Casareggio, a Costa Cavassola, a Monte Domenico, a Libiola, a Levanto, si converte talora localmente in saussurite pura, per la scomparsa del diallagio, tal altra in diallagite, per la mancanza completa o quasi dell'elemento feldispatico; ciò, per esempio, alla Costa sopra Bargone e nel Levantese.

Ulteriori varietà sono determinate dalla parziale conversione del diallagio in serpentino o pure dalla intima commistione della serpentina al granitone, quale può vedersi alla base del Monte Bianco, od anche dalla circostanza che agli elementi normali della roccia si aggiunge ora la calcite ora la silice. In ordine alla forma litologica, non è a tacersi che il granitone si fa gneissiforme presso Masso e sul Monte Treggin, glanduloso altrove.

Finalmente, l'eufotide si manifesta non di rado come aggregato di piccoli cristalli diallagici e plagioclasici ben definiti [1], così a Monte Domenico, alla Baracca, presso Deiva ecc., od anche si converte nella varietà a smaragdite per la sostituzione di questo minerale di color verde smeraldo al diallagio. Osservai siffatta varietà a Bonassola e lungo il Rio dei Fichi, affluente del Bargonasco.

---

[1] Il plagioclasio può essere verde e cromifero o pure candido.

In alcuni punti l'eufotide a feldispato sodifero, bianco, cristallino, si spoglia di diallagio, convertendosi in una sorta d'eurite; così, per esempio, a Canegreca e a Piazza. Si dà anche (al Colle d'Aisola) una varietà di siffatta roccia contenente scagliette di clorite, forse generate dall'alterazione del diallagio. O m'inganno a partito o queste costituiscono un termine di transizione fra le vere eufotidi e i graniti della formazione serpentinosa, di cui ebbi ad occuparmi precedentemente.

L'indagine microscopica palesa quasi sempre nelle nostre eufotidi granuli di peridoto, plagioclasi diversi (oltre al dominante), ferro titanato o cromato, pirite ecc. Il diallagio può essere sostituito parzialmente da iperstene o come già notai, convertito incompletamente in serpentino.

Granito. — Il granito che osservai presso Rovegno nella breccia serpentinosa è costituito di feldispato verdastro, cristallino (in cristalli poco distinti ad occhio nudo), con scarsi granuli di quarzo e rade scagliette di mica.

Il granito proveniente da Romagnese, ove si trova in analoghe condizioni offre, secondo il Cossa: feldispato ortosio in grossi cristalli in gran parte geminati (col geminato di Carlsbad); feldispato triclino bianco, assai alterato; quarzo in granuli bianco-cinerei; lamine di clorite e clorite terrosa; rare lamelle di mica; poca apatite; un po' di calcite aderente alla clorite e al plagioclasio. Nel feldispato monoclino, l'indagine ottica mostra l'interposizione regolare di sottili lamelle d'albite e di inclusioni d'oligisto micaceo; esso feldispato è litinifero. Il quarzo è ricco di microliti e di inclusioni liquide, alcune delle quali con bolle mobili [1].

---

[1] Taramelli enumera nella memoria già citata, dalla quale ho tratto questi ragguagli, molti punti della valle di Trebbia in cui trovasi il granito, e fra questi: Pietra Negra a N. E. di Rovegno, il dosso del Groppo presso Pregola e il Monte Pamperdù.

Diabase. — La diabase della Liguria, già da me e da altri creduta diorite, non è comune nella condizione tipica, come può vedersi presso Rovegno e in vari punti della Riviera di Levante. In tal condizione è bruna o nerastra, a tessitura microcristallina, omogenea, dura e tenace ed, oltre ai suoi elementi essenziali, lascia vedere al microscopio copiosa magnetite e microliti d'apatite. Altre volte, assume la forma porfirica, presentandosi allora come un magma microcristallino grigio, con punteggiature e macchie parallelogrammiche bianche e nerastre. Le macchie e punteggiature bianche sono dovute a cristalli d'oligoclasio, le nerastre a cristalli d'augite (tav. I, fig. XVI). Questa varietà, frequente, ma poco sviluppata, lungo il Bargonasco, al Monte Bocco, a Masso, presso Piazza, passa per graduate transizioni alla precedente e al gabbro rosso di cui dirò tra poco. Essa è talvolta impregnata di minerali metallici, ma la sua durezza e tenacità eccezionale di rado permettono che possa essere escavata con profitto.

La diabase assume talora tessitura variolitica più o meno distinta. La struttura delle sferoliti è generalmente la fibroso-raggiata e risultano di feldispato e di pirosseno o, più raramente, di pirosseno puro o di materia cloritica. La forma sferolitica è più comune nel gabbro rosso che non nella diabase normale.

Gabbro rosso. — Sotto il nome di gabbro rosso G. Targioni comprendeva ogni sorta di roccia ofiolitica.

« Intendiamo per *gabbro rosso*, scriveva Paolo Savi [1], un complesso di rocce prodotte da una particolare alterazione del terreno del macigno, ed in specie dei suoi strati d' argilla schistosa e di calcari; alterazione cagionata dalle rocce ofiolitiche, e che consiste non solo nell' indurimento, nel

---

[1] *Memoria geologica sui terreni stratificati dipendenti o annessi alle masse serpentinose della Toscana.* Nuovo Giornale dei Letterati, n. 93, maggio e giugno 1837.

coloramento in rosso fegatoso di detti strati e nello sconvolgimento loro, ma spesso in un vero impasto, fusione o amalgama della roccia nettuniana con la plutoniana; per le quali azioni si originarono sovente molte roccie d'aspetto ambiguo e polimorfe; nelle quali rocce ora predominano i principii della nettuniana, ora quelli della plutonica, di modo che nei decorsi tempi sarebbesi detto appartenere ai terreni di transizione. Abbiamo adottato per questa sorta di prodotti alterati, il nome generico di *gabbro rosso*, essendo quello che volgarmente si dà loro in Toscana ».

La medesima roccia, forse insieme a qualcuna altra di analogo aspetto, fu poi detta *grünstein* da Pareto. Finalmente, tra i minatori delle nostre miniere essa è generalmente designata col nome di *metamorfica*.

Sia perchè è contrario all'uso invalso nella scienza il distinguere una specie litologica con un binomio, sia perchè molti geologi e principalmente i Tedeschi chiamano gabbro l'eufotide, non deve essere conservato nella nomenclatura il nome di gabbro rosso, come pure non sono ammissibili quelli troppo comprensivi di *grünstein* e di *metamorfica* [1].

Per la maggior parte dei geologi italiani, il *gabbro rosso* è una roccia subordinata alla diabase, nella quale gli elementi normali di questa sembrano alterati per idratazione; il pirosseno, cioè, vi si trova parzialmente convertito in clorite, il feldisfato è in parte caolinizzato; come minerali accessorii, sono presenti quasi sempre epidoto, calcite, magnetite ecc.

La roccia di cui si tratta ha una forma litologica ora compatta ora nodulosa; la sua struttura è granulosa, talvolta semicristallina. Presenta spesso piccole fessure e cavità occupate da una materia rugginosa, le quali talvolta hanno il carattere di fratture di ritiro. Essa è di color verde

---

(1) Proporrei invece all' uopo il vocabolo *epidiabase*.

smorto più o meno cupo, opaca o appena un po' pellucida sugli spigoli più sottili, con debole lucentezza. La sua polvere è di color grigio verdastro. Alla superficie, si presenta talora di color nero violaceo e metalloidea a causa di un sottil velo d'idrossido di ferro, più spesso è fegatosa traente al violaceo o d'un bruno terroso. Pesa specificatamente da 2,70 a 2,80. La sua durezza è di circa 6. È assai tenace, a frattura ineguale, a tatto aspro o ruvido. È debolmente attirata dalla calamita.

Uno dei caratteri più notevoli di questa varietà si è di presentarsi in masse nodulose, con arnioni di concentrazione di variabile grossezza, talvolta di 10 a 15 centimetri di diametro, come a Monte Loreto, talvolta di oltre un metro come a Reppia e presso Bonassola, nel punto denominato Prete Michele (vedi la tav. XV a). Gli arnioni ora sono appena accennati, alla superficie, da rilievi, all'interno, da zone concentriche di tinta diversa e di varia durezza, le quali facilmente si distaccano l'una dall'altra; ora invece sono distinti fra loro come elementi di una puddinga e saldati mediante una pasta per lo più epidotica. Talvolta, essi assumono invece forma angolosa e simulano parti di una vera breccia. Ad isolare i noduli o frammenti concorrono non di rado le fratture di ritiro già accennate. La roccia offre parecchie distinte mutazioni nella composizione e nella struttura. Fra le prime, sono ben notevoli l'*epidotica* di Masso, Costa Cavassola ecc., con epidoto cristallino disseminato nella massa e raccolto specialmente sulle superficie di frattura; la *quarzifera* pur di Masso, che suol scintillare al sole, perchè gremita di cristallini di quarzo, la *calcarifera* con vene ed incrostazioni calcitiche.

Il *gabbro rosso* di Pria Borgheise (valle del Penna), studiato dal Mattirolo, risulta, secondo questo autore, di cristallini di plagioclasio intrecciati, nei cui interstizi sono frapposti granuli d'augite e minerali di seconda formazione, dovuti probabilmente alla alterazione di questa; cioè epidoto, una sostanza cloritoide ed altra indeterminata. Il plagioclasio

appartiene in parte alla labradorite, in parte ad altra specie: il suo peso specifico è uguale a 2,70. Non vi fu distinta la apatite in microliti, quantunque l'analisi chimica dell'aggregato accusi la presenza dell'acido fosforico [1].

La tessitura variolitica di cui Mattirolo osservò un accenno nella varietà di Pria Borgheise [2] è assai comune nei gabbri rossi di Masso, del Monte Bocco, di Bargone, dei pressi di Borzoli ecc.

Nella Riviera di Ponente, e in particolar modo presso Borzoli e il Capo di Sant' Andrea, si trova una roccia diabasica, generalmente più ricca di pirosseno e più alterata del consueto gabbro rosso. Essa è di color verde smorto sulle fratture fresche, e bruna chiazzata di vinato sulla superficie da lungo tempo esposte agli agenti atmosferici; la sua struttura è un po' scistosa; ha la frattura ineguale, scagliosa, il tatto un poco ruvido; il suo peso specifico è circa 2, 5.

Tra la chiesa parrocchiale di Borzoli e il burrone che si trova immediatamente a levante della cappella di S. Rocco, la pietra si mostra sparsa per brevi tratti di numerose cavità, quali sferiche, quali ovoidi od elittiche, od anche lineari per l'eccessivo loro allungamento. La loro orientazione, almeno per piccoli tratti, è costante e corrisponde a quella di una imperfetta scistosità della roccia che sembra accompagnata localmente da oscura stratificazione. Si tratta di una disposizione che ricorda la struttura fluidale di certe lave. Le dimensioni di questi vacui son tali che abitualmente capirebbe in ciascuno un chicco di grano, ma son pur numerosissime le cellette più minute e perfino microscopiche. In

---

[1] Osservai, coi reattivi, tracce di acido fosforico in buon numero di esemplari di gabbro rosso della Riviera orientale.

[2] Egli dice che le variole sono unicamente formate di minerale cloritoide.

pochi punti e per breve estensione le soluzioni di continuità diventano più ampie e irregolari e comunicano fra loro, rendendo la pietra come cavernosa e cariata; essa però non acquista mai l'aspetto di scoria.

Nei tratti in cui la roccia è più ricca di vacui, si osservano sottili fenditure rettilinee, che, talora, intersecandosi, circoscrivono piccole aree poligone. Tali fessure hanno i caratteri di quelle che si producono per contrazione della massa, in certe rocce, mentre passano dallo stato pastoso al solido. Essa è attraversata in alcuni punti da vene di calcite saccaroide, magnesiaca, candidissima, che talora si dilatano producendo come piccoli ammassi del medesimo minerale. Alla sua superficie, si osserva quasi sempre un intonaco bruno, attirabile dalla calamita, che sembra un prodotto di alterazione superficiale. La medesima sostanza che, almeno per gran parte, appartiene alla specie magnetite [1] è pur contenuta in piccola quantità nelle cellette. In alcuni saggi si vede pure un rivestimento tenuissimo di clorite in squammette verdi assai lucenti. Finalmente, come minerali accessorii, debbo pur segnalare, nella stessa roccia, tenui vene e compenetrazioni di epidoto e piccoli adunamenti di un plagioclasio a geminati ricchi di strie.

A fianco della chiesa parrocchiale di Borzoli e nella piccola cava aperta presso il camposanto del villaggio, la pietra di cui tengo discorso diventa insensibilmente più compatta, più omogenea, più dura, diversa di colore, passando dal verde al cinereo traente un po' al paonazzo. In quel punto le cellette non mancano, ma difficilmente si distinguono,

---

[1] Immergendo in una soluzione satura di solfato cuprico la sostanza di cui si tratta, ridotta in polvere finissima, si avverte dopo qualche tempo che una piccola parte di essa si copre di rame metallico e che la soluzione somministra le reazioni del ferro. Da ciò si inferisce che il minerale contenga ferro nativo.

perchè tutte ripiene di un minerale, ora bianco ed opaco, ora translucido e bigio, oppure debolmente rosso, il quale è invariabilmente calcite, talora tinta da sali di ferro.

In altro mio scritto denominai coschinolite (da *coschinon*, crivello) la prima e borzolite la seconda ([1]).

Nell' alveo del burrone, a monte della via che conduce a Panigaro, la roccia si converte in variolite a piccole sferoliti di color verde smeraldo (per trasparenza), che sembrano augitiche. A breve distanza, sul Chiaravagna, si trova una varietà di variolite a sfere più grosse (del diametro di un centimetro a due), in cui gli elementi feldspatico e pirossenico, in strati concentrici, concorrono entrambi alla formazione delle sferoliti.

Credo probabile che la coschinolite sia una variolite alterata, nella quale, cioè, le sferette furono eliminate per soluzione, e considero la borzolite come coschinolite le cui cavità rimasero otturate da calcite abbandonata da acque calcarifere.

Ritrovai la coschinolite in vari punti della Riviera di Levante, massime sul fianco occidentale del Monte Pù.

È notevole la circostanza che si danno presso Bargone, varioliti nelle quali le sferette, essendo in gran parte scomposte e disciolte, la roccia fa transizione alla coschinolite, ed altre in cui, all' opposto, la pasta, meno resistente del cemento all' azione degli agenti esterni, si distrugge, lasciando sferoliti isolate (tav. XVI, fig. 2).

Lehrzolite. — Ho detto che recentemente fu segnalata dal Mazzuoli una roccia notevolissima, la lehrzolite, in seno alle masse ofiolitiche del Monte Penna, e precisamente nel punto detto Pria Borgheise. Questa roccia, che fu poi ritrovata in parecchi punti della Riviera del Levante, è di color bigio cupo, traente al verde smorto, con punti più scuri dotati di lucentezza metalloidea. La sua frattura è irregolare e granosa, aspra al tatto; nelle superficie che furono lunga-

---

([1]) Quest'ultima corrisponde probabilmente alla spilite di Brongniart.

mente esposte all'azione degli agenti atmosferici, si presenta scabra e talvolta profondamente incisa, direi quasi cariata. Si distingue, inoltre, pel peso specifico, per la durezza e per la tenacità ben maggiori che non nelle specie affini. A Pria Borgheise e in altri punti in cui si trova in estesi affioramenti, questi presentano come congerie di grandi massi accatastati, che simulano avanzi di antiche costruzioni (tavola XV b).

Il Mattirolo, che fece l'analisi petrografica della lehrzolite di Pria Borgheise [1], vi trovò, oltre alla olivina e alla enstatite che ne costituiscono gli elementi essenziali: altri pirosseni, picotite, feldispato e suoi prodotti d'alterazione, serpentino, magnetite e, in modo affatto subordinato, sesquiossido di ferro ed un solfuro metallico. Il minerale pirossenico talvolta ha i caratteri di un pirosseno propriamente detto, colorato in verde, talvolta è diallagio; manca il diopside, comune nelle lehrzoliti alpine. La picotite forma piccole agglomerazioni irregolari e non presenta distinti cristalli; essa mostrasi per trasparenza di color bruno. Il feldspato è plagioclasio generalmente alterato, formando scagliette biancastre e tranlucide ed anche aggregati di aghetti. Il peridoto è, come sempre, più o meno alterato perifericamente e nelle fenditure che costituiscono come un reticolato irregolare negli esemplari in cui è avanzata la metamorfosi in serpentino. La enstatite e il diallagio sono quasi inalterati. La magnetite, che sembra di formazione secondaria, è quasi interamente limitata alla olivina e al serpentino e costituisce punteggiature ed agglomerazioni cristalline, disposte di preferenza nella parte mediana delle vene; questa magnetite non è cromifera [2]. Gli

---

[1] Mattirolo E., *Intorno ad alcune rocce della valle del Penna nell'Appennino Ligure*. Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, sedute del 6 e del 20 giugno 1886.

[2] L'analisi chimica complessiva della roccia accusa nichelio e non reca traccia d'acido fosforico.

esemplari meno alterati perdono 1, 21 per 100 d'acqua per calcinazione; il loro peso specifico è espresso dalla cifra 3, 21, più alta di quella che si ottiene per gli altri. La sola olivina costituisce probabilmente più della metà, in peso, della roccia.

Serpentina [1]. — Questa roccia, la più caratteristica e la più sviluppata della formazione ofiolitica, si deve considerare come un aggregato di serpentino amorfo, di olivina granulare e di magnetite in particelle microscopiche. Come elementi accessorii, essa ricetta molte volte serpentino fibroso, crisotilo, bastite, diallagio, glaucofane, resinite, pirite ecc.

La serpentina normale è compatta; ma, come si vedrà in seguito, la sua forma litologica è assai variabile nelle molte varietà o sottospecie che vi si connettono. Il suo colore è sempre traente al verde più o meno scuro; è un po' pellucida; la sua polvere è biancastra o bigia; ha lucentezza grassa, tatto untuoso, durezza (che varia nei diversi pezzi) all'incirca uguale a 3. Il peso specifico è compreso fra 2.1 e 2.6. Ridotta in polvere, è parzialmente attirabile dalla calamita. Ha frattura generalmente liscia e scagliosa; al cannello si liquefà difficilmente in smalto nero; gli acidi l'attaccano solo in parte.

Al microscopio, si distingue quasi sempre nella nostra serpentina una materia a struttura reticolata o glandulosa, trasparente, verdastra (serpentino), un minerale granulare o compatto, diafano, giallastro o traente al verde, che si colora vivamente alla luce polarizzata (olivina) e un'opacite in minute particelle di forma irregolare; queste bene spesso sono aggruppate lungo certe linee, in guisa da costituire come ramuscoli od un sottile reticolo (tav. XVII, fig. 3).

La roccia di cui si tratta è comunemente alterata sulle

---

[1] La serpentina è denominata in dialetto *pria baggea* o *baggera* da *baggio*, rospo, perchè il suo colore ricorda la pelle di questo batracio. Altrove è detta piuttosto *pria neigra*, pietra nera.

superficie che furono per lungo tempo esposte all'azione degli agenti atmosferici, mostrandosi fragile, biancastra, giallastra, od anche rubiginosa.

Essa contiene spesso serpentino fibroso, più raramente serpentino nobile; il primo vi costituisce adunamenti di color verde chiaro, sparsi nella massa della roccia, per lo più con orientazione comune e, siccome si modella nei solchi e nelle strie prodotti sulle superficie dei massi dagli scorrimenti, è lecito inferirne che la sua formazione sia assai posteriore a quella della serpentina. A Borzoli, a Monte Domenico, sul Bargonasco e in molti altri luoghi si trovano esempi di questa particolarità.

Rispetto alle varietà, si possono distinguere le seguenti:

Serpentina scistosa. — È serpentina normale, salvo la forma scistosa; la scistosità è però quasi sempre imperfetta ([1]). Questa varietà deriva da una alterazione meccanica della serpentina ordinaria e si trova ai contatti delle masse ofiolitiche, massime nei punti in cui le masse rocciose soffrirono pressioni più energiche.

Serpentina a crisotilo. — La serpentina normale o porfirica è spesso attraversata da vene di variabile sottigliezza, ora semplici ora diramate, per lo più ondulate e parallele fra loro, formate di fibre cristalline normali al piano della vena. Le fibre sono bianchè o giallastre, diafane o translucide e dotate di vivissima lucentezza metallica o sericea. Possiedono inoltre tutti gli altri caratteri del crisotilo. Le vene più spesse hanno al massimo un centimetro di potenza, ma sono generalmente assai più sottili e sopra una lunghezza di un decimetro se ne contano perfino otto o dieci. Le serpentine a crisotilo sono comunissime a Libiola, al Monte Bocco, a Levanto, nella valle del Gromolo.

([1]) Nella valle della Polcevera si sono osservati veri scisti serpentinosi.

Serpentina steatitosa. — Per effetto di alterazione, si trova la serpentina normale ridotta parzialmente a steatite impura d'onde la varietà omonima, che fu raccolta a Velva, nel Levantese ecc.

Serpentina ranocchiaia. — Questa varietà risulta di una pasta serpentinosa di color verde-pomo chiaro, sulla quale spiccano ramuscoli capricciosamente intralciati, ridotti talvolta ad una sorta di reticolo di un minerale più scuro, cioè verde nerastro; la sua lucentezza è un poco grassa. La roccia levigata assume l'aspetto di un marmo e si presta alla decorazione; la sua durezza è un po' superiore a quella della serpentina comune; la frattura è ineguale, angolosa. Al microscopio, i ramuscoli di color verde scuro appariscono come serpentina nella quale spesseggi l'opacite. La ranocchiaia si trova al Monte Bocco, al Baracchino, a Levanto ecc. Alterandosi la roccia, il colore del fondo diventa più chiaro, per modo che rimangono sempre più visibili le arborescenze.

Serpentina bastitica. — Questa roccia, assai diffusa, contiene cristalli di bastite porfiricamente disseminati, che sono lamellosi, per lo più nerastri o di color verde assai cupo, con lucentezza metalloidea (tav. XVII, fig. 1); in alcune sue giaciture, è così intimamente connessa alla lehrzolite da legittimare il dubbio che provenga dalla alterazione di essa.

Serpentina feldispatica. — In questa si trovano piccole concentrazioni di un minerale amorfo bianco o verdastro, uniformemente disseminate nella massa. Talvolta il minerale è ben distinto dalla serpentina e se ne separa agevolmente, talvolta, invece, si confonde, per così dire, con essa. Per la sua facile fusibilità, per la colorazione che impartisce alla fiamma, questo minerale sembra un feldispato analogo alla saussurite. La forma delle concentrazioni è assai irregolare e non presentano che imperfetta cristallizzazione. Raramente queste si fanno rotondeggianti a guisa di noduletti: le maggiori raggiungono il volume di piccole nocciuole.

La serpentina feldispatica sembra prodotta dalla alterazione (*serpentinizzazione*) della eufotide e si osserva in

masse poco estese alla Madonna della Neve, fra la Baracca e Mattarana, presso Castagnola (Levantese), ecc.

Oficalce. — È una varietà comunissima e sviluppatissima in tutta la formazione, e risulta essenzialmente di serpentina fissurata, posteriormente venata di calcare (tavola XVI, fig. 3 e 4). Allorchè i frammenti sono alquanto spostati, si passa per insensibili transizioni dalla oficalce ad una breccia ofiolitica a cemento calcare.

L' oficalce si trova abitualmente alla periferia delle masse serpentinose, sopratutto ove queste subirono maggiori sconvolgimenti e in vicinanza di formazioni calcaree.

Presso la via del Bracco, a Masso, nella valle dell'Acquafredda, sul Monte Bianco, sopra Tavarone, a Colle di Sotto, a Panigaro, è comune questa varietà, alla quale di debbono pur riferire le belle pietre ornamentali denominate *marmi di Levanto* e *Verde Polcevera*, che si estraggono dalle cave aperte lungo la via da Levanto alla Baracca e a Pietra Lavezzara ([1]).

Diaspro, ftanite, ipoftanite. — Si possono pur considerare come subordinate alla formazione ofiolitica il diaspro, la ftanite e l' ipoftanite.

Il primo è comune sul Monte Treggin, sul Verruga, sul Monte dei Vagi, a Gambatesa ecc., presentando i caratteri ben noti di questa specie e colore più comunemente rosso fegatoso, in casi rari, verde cupo, verdastro, giallastro, nerastro o bigio più o meno chiaro. Al diaspro ascrivo, a titolo di varietà, i noduli siliceo-manganesiferi che abbondano nelle falde scistose dalle quali sono limitate per piccoli tratti le lenti di pirolusite escavate a Cassagna.

Ho già avvertito che i diaspri e principalmenti i noduli sono ricchissimi di radiolarie.

([1]) Nel così detto marmo di Levanto, l'elemento serpentinoso assume parzialmente una tinta rosso vino, dovuta a speciale alterazione; nell'oficalce di Pietra Lavezzara (marmo verde Polcevera), la serpentina conserva invece il color verde cupo normale.

La ftanite differisce dal diaspro, come è noto, perciocchè si presenta distintamente stratificata e contiene maggior copia di ossidi o silicati metallici, commisti all' elemento siliceo. Questa roccia, che abbonda nella formazione serpentinosa della Riviera orientale, costituisce gran parte dei monti Bianco, Treggin, Pù, Porcile, Capra, Guaitarola, Verruga. Essa è suscettibile di assumere gli stessi colori del diaspro, ma abitualmente è di un rosso vinato caratteristico, dovuto a silicato di manganese; bene spesso passa insensilbilmente alla pirolusite e in altri casi più rari si converte in ematite rossa. La ftanite si connette alle rocce stratificate non metamorfiche o poco alterate e in ispecie agli argilloscisti, mediante la varietà denominata da Mazzuoli e da me ipoftanite.

Si tratta di una roccia scabra, un po' scistosa, distintamente stratificata, generalmente di color rosso mattone o rosso vinato (ve ne ha anche di verdastra, di bianchiccia, ecc.); la sua polvere è di colore alquanto più chiaro; non è lucente, ha frattura scabra o terrosa, si lascia facilmente intaccare dall' acciaio (durezza uguale a 5); è piuttosta fragile. In media, pesa specificamente 2,60. Al cannello è infusibile o si copre solo superficialmente di una vernice vitrea; non fa effervescenza cogli acidi e si scioglie in essi solo in piccola parte. Al microscopio, presenta copiose particelle di ossidi metallici sparse in una massa amorfa, bianca, translucida.

L' ipoftanite risulta essenzialmente di silice, d'ocra rossa, argilla, carbonato di calcio, ossido di manganese ecc. Essa trovasi in potenti stratificazioni, insieme alla ftanite e al diaspro, nelle parti più alte del nostro territorio orientale e specialmente sui monti Bianco, Treggin, Rocca Grande, Pù, Porcile, Verruga, Cucco, dei Vagi, ecc.

Calcifiro. — Quantunque poco sviluppato, questo merita qui un cenno per la singolarità dei suoi caratteri e la importanza delle illazioni che se ne possono dedurre per la teoria. Esso trovasi a Rovegno, in straterelli intercalati fra scisti silicei, sottoposti alle serpentine eoceniche e consiste essenzialmente in un calcare criptocristallino, cinereo o azzurrognolo, in cui

si vedono sparsi cristalli d'albite, in certe parti, minutissimi, in altre più o meno voluminosi (raggiungono perfino 3 centimetri di lunghezza), i quali spiccano sul fondo della roccia sotto forma di macchie parallelogrammiche o rettangolari nerastre, e sono spesso sporgenti, perchè meno soggetti alla erosione, rispetto al calcare circostante. Come minerali accessori, si possono indicare nella roccia di cui si tratta plagioclasi diversi e pirite cristallizzati e granuli di limonite. I cristalli d'albite abbondano presso la superficie degli straterelli, mentre son rari o mancano nella parte media. Il peso specifico della varietà a cristalli più minuti e radi è 2,72; la sua durezza è circa 3,5. Già dissi che tanto la pasta calcitica quanto i cristalli d'albite accludono radiolarie convertite in pirite (pag. 308).

L'analisi chimica del calcifiro di Rovegno, condotta dal prof. L. Dufour, reca: silice 10,205; carbonato di calcio 84,49; carbonato di magnesio 0,966; ossidi di ferro e d'alluminio 1,22; soda e potassa tracce.

I cristalli d'albite presentano abitualmente forme assai semplici con predominio della coppia di facce (010), parallelamente alla quale si trova il piano di geminazione più frequente. In alcuni gruppi si dà un geminato doppio, risultando associati in un solo complesso prismatico quattro individui cristallini.

Gli straterelli del calcare porfirico, al pari di molte assise calcaree dei territori in cui dominano le formazioni ofiolitiche presentano tracce di erosione che credo prodotte da acque acidule. A tali acque, che circolavano verosimilmente fra strato e strato di un calcare di tipo comune, è dovuta, secondo ogni probabilità, la formazione dei cristalli d'albite.

Minerali.

Minerali delle rocce di sedimento. — Le formazioni eoceniche della Liguria, escluse le masse ofiolitiche, offrono minerali poco variati.

Sono comunissime nel calcare a fucoidi le vene e geodi calcitiche, ricche di cristalli, fra i quali prevalgono romboedri ottusi spesso combinati col prisma esagono, scalenoedri ecc. In una cava situata presso la Madonna del Monte (Genova), raccolsi belle cristallizzazioni di calcite, nelle quali i cristalli offrono vivida iridescenza, perchè rivestiti di sottil velo di limonite. Ove questo calcare è metamorfosato, come al Monte Negro, presso Santo Stefano al Mare, si mostra ricco di vene e compenetrazioni quarzose e calcedoniose o diasproidi, nelle quali osservai piccoli cristalli tabulari di baritina; sullo stesso Monte Negro si trovano, nelle intercapedini degli strati di calcare siliceo, limonite e siderite, questa in piccolissime quantità. Presso Terzorio, il calcare a fucoidi normale è attraversato da un filone con galena argentifera a ganga quarzosa.

L' ing. Mattirolo osservò microliti di rutilo e di apatite nei campioni di argilloscisti raccolti lungo la nuova galleria ferroviaria di Ronco. La prima specie fu da me osservata in cristallini aghiformi, bruni, opachi, visibili ad occhio nudo, in uno scisto di Val Pernecco; ma non mi riuscì di trovare la seconda se non coll' aiuto del microscopio.

Sono frequenti i noduli e gli arnioni di marcassite e di pirite nei calcescisti eocenici, per esempio presso Camogli e nelle vicinanze di Traso. La pirite, in minute particelle, è sparsa nella massima parte dei calcari eocenici di tinta cupa e nelle ardesie di Lavagna e d' altri punti. In molti punti del Genovesato, e segnatamente sul Monte Fascia e sul Promontorio di Portofino, si trovano nel calcare antichi fori di litodomi, occupati da limonite concreta o terrosa che ha origine indubbiamente dall' alterazione d' un bisolfuro di ferro. Le concentrazioni piritose nei fori si produssero verosimilmente per la scomposizione dei molluschi litodomi, cui essi fori davano ricetto, in seno ad una melma ricca di ferro. Perciò, ritengo che, ove i fori sono occupati da limonite, la formazione calcare fu spogliata, per opera della denudazione, da un deposito argilloso posteriore (d' ordinario pliocenico).

che la ricopriva. Incrostazioni e minuti cristalli di ossido di manganese, e in specie di pirolusite, si incontrano nelle arenarie di Bordighera e Sestri Levante, nelle intercapedini fra strato e strato.

Le arenarie eoceniche delle due Riviere ricettano comunemente, oltre ai loro elementi normali (granuli di ortoclasio, di plagioclasio, di quarzo, laminette di biotite ecc.), cristallini di quarzo generati posteriormente alla formazione della roccia. Cristalli bipiramidati di quarzo, piuttosto voluminosi, probabilmente staccati da geodi e filoncelli esistenti nell' arenaria, si trovano erratici presso Santo Stefano d' Aveto.

Nel calcare arenaceo a grosse nummuliti della Valle di Mentone raccolsi piccoli adunamenti di un combustibile fossile analogo al litantrace. Un minerale consimile si trova a Perinaldo, presso Dolceacqua, in copia assai maggiore. Finalmente, nelle marne scistose che affiorano sul fianco occidentale del Monte Bellinda s' incontrano rari e piccoli granelli d' ambra.

Minerali della formazione serpentinosa. — Assai più numerose sono le specie mineralogiche segnalate nella formazione serpentinosa. Citerò, fra queste, l' oro nativo rinvenuto nelle miniere di Monte Loreto e nelle vicinanze di Monterosso. Nel primo punto, il metallo fu scoperto nella galleria Marsala, lungo l' intersezione d' una vena quarzosa con un filoncello ramifero, e si presentò in masse dentritiche più o meno voluminose quasi sempre cristalline. I cristalli sono in generale imperfetti, allungati, un po' curvi ed assottigliati ad una estremità a foggia di virgola; le faccette loro si mostrano solo distintamente all' estremità più grossa. In due esemplari isolati sono visibili le faccette d' un tetrachisesaedro e d' un rombododecaedro; è frequente e caratteristica in tali cristalli la associazione di due individui, le cui estremità assottigliate si confondono. Ricorderò poi: rame nativo raccolto a Nascio, nella valle del Gromolo, a Bargone, a Rovegno ecc.; cuprite delle miniere di Libiola, della Gallinaria e di Bardineto; ematite rossa di Bargone, del Monte

Treggin; pirolusite, e manganite di moltissimi punti (la prima generalmente granosa, compatta, o pure areolare, la seconda terrosa o in dentriti); limonite areolare o terrosa, negli affioramenti dei filoni e delle masse metallifere; blenda delle miniere di Monte Loreto, della Gallinaria e del Bargonasco; galena di Monte Loreto; pirite, erubescite, pirrotina [1] calcosina di numerosi giacimenti [2].

Come prodotti dall' alterazione dei minerali di rame e di ferro, sono a citarsi: melanterite, cianosite, malachite, azzurrite, crisocolla, tutte assai diffuse; poi epsomite e botriogene piuttosto rari. Altro prodotto d' alterazione è un carbonato idrato di cobalto che costituisce incrostazioni di color pesco, associate a malachite e azzurrite nella miniera di Libiola.

Fra i carbonati, comunissima ovunque la calcite spatica e in cristalli di forme svariate, rara l' aragonite in gruppi bacillari ed aciculari (nelle losime del Monte Ramazzo) e in fascetti fibroso-raggiati (nei filoni metalliferi delle miniere di Monte Loreto, del Bargonasco ecc.), rarissime la siderite (a Libiola e a Monterosso) e la selenite (a Rovegno).

Il quarzo grasso costituisce bene spesso la ganga dei filoni ramiferi e compenetra le rocce antimorfiche e metamorfiche della Riviera orientale; in cristalli, d'ordinario limpidi e nitidissimi, il quarzo ingemma fessure e piccole cavità nelle ftaniti ed ipoftaniti. Piuttosto comuni i cristalli plagiedri, rari i romboferi; alcuni esemplari del territorio di Bargone sono lievemente ametistini. In un solo punto, nella miniera di Libiola, fu rinvenuta una varietà d' opale, cioè una resinite lattiginosa.

L' antica miniera abbandonata del Monte Ramazzo (o Pria Scugiente) non solo fornisce in copia aragonite ed epsomite,

---

[1] La pirrotina e la pirite sono talvolta nichelifere.

[2] Osservai l' erubescite distintamente cristallizzata in una piccola vena della miniera di Monte Loreto.

ma ancora brucite in vene e masserelle bianche, magnesite e idromagnesite in incrostazioni, che sembrano tutte generate a spese della serpentina sfatta ([1]).

Passando ai silicati, senza soffermarmi a citar quelli che formano parte integrante delle rocce già descritte, ricorderò: le piccole cristallizzazioni d'oligoclasio comuni nelle geodi delle rocce diabasiche, specialmente a Borzoli, i nitidi cristalli d'epidoto rinvenuti a Pietra Lavezzarn, Sopra la Croce e specialmente al Monte Bocco e al Monte Treggin, l'amianto e l'asbesto di Massasco, di Reggimonti, della Gallinaria (miniera), la clorite osservata in due o tre punti della Valle del Petronia, il crisotilo in vene del Monte Domenico, dei pressi di Libiola e delle Baracche della Bocchetta, la steatite verdastra o bianca tanto frequente in grumi o vene nelle due zone ofiolitiche terziarie, e specialmente nella orientale, e, infine, la datolite, la scolecite e la laumontite del comune di Casarza.

Cuprite di Libiola. — Notevolissimi, tra i minerali raccolti nella miniera di Libiola, numerosi cristallini di cuprite di color rosso carminio, translucidi e dotati di lucentezza tra l'adamantina e la metallica. La forma loro è generalmente quella dell'esaedro cogli angoli troncati dalle facce dell'ottaedro. In alcuni cristallini che furono conservati per parecchi anni nel locale del Museo mineralogico universitario le faccette ottaedriche son divenute verdi, perchè il minerale alla superficie loro si è convertito in malachite, mentre le facce esaedriche presentano il colore originario. Il prof. De Memme attribuisce siffatta alterazione ai prodotti della combustione sviluppatisi per lungo tempo nell'ambiente, allorchè si riscaldava il locale ([2]).

([1]) La brucite mi fu recata per la prima volta dall'ingegnere Cristoforo Bozzano.

([2]) Questa interpretazione è tantopiù legittima, inquantochè, a causa

Altri esemplari, di dimensioni un po' maggiori (nei quali il lato dell'esaedro raggiunge circa un millimetro di lunghezza), sono invece, secondo il prof. De Memme, « associazioni, per accrescimento parallelo, di individui, i quali, se presentano la medesima combinazione, prendono però abito diverso dal vario sviluppo relativo delle due forme semplici, dipendentemente (si noti) dalla posizione che occupano sul cubottaedro centrale. Vale a dire: gl' individui situati sulle faccie ottaedriche di questo appariscono di tipo tetraedrico; quelli aderenti alle faccie dell' esaedro sono cubici; ed uno ne osservai ottaedrico, il cui centro coincideva col punto di mezzo di uno spigolo del cubo centrale » [1]. Mercè l' annessa figura è facile rendersi conto della disposizione di questo geminato.
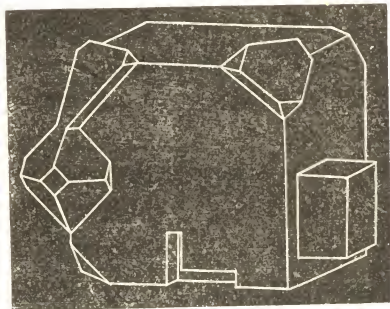
Fig. 37.

Geminato di cuprite della miniera di Libiola (De Memme): assai ingrand.

Datolite di Casarza. — Incontrai la datolite in copia relativamente grandissima in un filone di contatto, che affiora nel burrone di Vallegrande, il quale mette alla riva sinistra

---

di un guasto della stufa adibita al riscaldamento del museo, il fumo si è sparso più volte nell'ambiente; si deve poi avvertire che la sala in cui si conservano i minerali della Liguria è un po' umida.

[1] Atti della Società ligustica di Scienze naturali e geografiche. vol. 1, pag. 49. Genova, 1890.

del torrente Bargonasco, a circa 200 metri d'altitudine, presso il sentiero che conduce da Massasco a Bargone, nel comune di Casarza. Esso filone, che fu esplorato per la ricerca di minerali ramiferi, mediante una breve galleria, è diretto, presso a poco, da N.O. a S.E. e immerso a S.O. di circa 45°; la sua potenza massima non supera un metro; al muro, è nettamente limitato da uno stacco ben visibile in tutta la lunghezza della galleria, sotto il quale vi sono 20 a 30 centimetri di materia biancastra, molle, dal tatto untuoso, formata di serpentina detritica steatitosa, che passa alla serpentina normale; al tetto, esso si trova in rapporto immediato, cioè, senza esserne diviso da alcuna soluzione di continuità, con granitone alterato, il quale si converte insensibilmente in granitone normale (fig. 38). Il filone stesso è occupato da una sorta di breccia, i cui elementi sono piccoli

Fig. 38.

s. Serpentina. — *s.a.* Serpentina alterata. — *s.d.* Serpentina detritica steatitosa. — *b.d.* Breccia datolitica. — *g.a.* Granitone alterato. — *g.* Granitone normale.

e radi frammenti di serpentina alterata, pezzetti di saussurite e lamelle di diallagio, mentre la sua pasta risulta talora della solita materia argilloso-steatitosa dei filoni cupriferi, talora di datolite compatta o cristallina, mista a proporzioni variabili di minerali accessorii, tra i quali prevalgono la scolecite e la calcite.

Dalla imboccatura della galleria fino ad oltre 25 metri da questa, verso l'avanzamento, la datolite è scarsissima o manca, poi comincia a mostrarsi in discreta copia, e in breve si fa tanto abbondante da escludere quasi ogni altro

minerale. A poco meno di dieci metri più innanzi, di nuovo scema e quindi scomparisce affatto.

I frammenti di saussurite e di diallagio della breccia provengono evidentemente dal granitone del contatto, ed offrono tracce non dubbie di logoramento; inoltre, sembrano aver subito, il più delle volte, una alterazione chimica, in virtù della quale divennero molli, friabili, terrosi, e poco o punto fusibili al cannello.

La pasta datolitica presenta frequenti soluzioni di continuità, in forma di geodi e di spaccature, nelle quali si annidano cristalli della stessa datolite e di calcite, nonchè globetti di scolecite. Altrove la datolite granulare, microcristallina, acclude sferette di scolecite, ed anche, ma assai raramente, granuletti d'epidoto, piccoli cubi di pirite e tracce di calcopirite.

La datolite criptocristallina apparisce bianca, opaca, con lucentezza grassa o vetrosa, ed aspetto simile a quello della calcite. Ove si trova in distinti cristalli, essa è perfettamente incolora o presenta una tinta verdastra pallidissima, che, in certi esemplari, volge all'acqua marina o all'azzurro chiaro; in generale, è diafana e limpida; la sua lucentezza, comunemente vetrosa, si fa talvolta così viva, che non esito a qualificarla coll'aggettivo di adamantina.

Si danno anche, eccezionalmente, cristalli opachi e lucenti come porcellana, ed altri appannati, per effetto di un sottile intonaco bianco.

I cristalli sono per lo più insieme compenetrati in numero di due o più, con orientazioni varie che sembrano indipendenti dalle forme loro e sporgono, l'uno dall'altro, per una parte che raramente raggiunge la metà della lunghezza totale. Per questa circostanza e per la loro fragilità, è assai difficile lo staccare dalle nitidissime geodi cristalli o parti di cristalli che si prestino all'esame goniometrico. I più voluminosi che io abbia osservati appena raggiungono 4 o 5 millimetri nella maggior dimensione, ma abitualmente sono assai più piccoli.

L'abito dei cristalli varia non poco tra un punto e l'altro, ma si può dire in tesi generale che vi spesseggiano le facce e sono molto schiacciati, ora col predominio delle basali ora con quello delle prismatiche; raramente sono terminati da facce in modo completo. Lo studio di questi cristalli fu fatto dal Luedeke [1], il quale vi riconobbe 12 forme e dal Negri [2], che ne aggiunse altre 7, illustrando fra le altre, alcune combinazioni assai complicate.

I cristalli sono assai fragili e si rompono irregolarmente per lieve percossa, risultandone superficie di frattura talora minutamente ondulate od increspate. I gruppi cristallini staccati dalla loro matrice si screpolano e si disgregano spontaneamente, per modo che è difficile conservarli lungo tempo in perfetto stato [3]. Il prof. Bombicci osservò un fenomeno consimile anche nei cristalli isolati di datolite raccolti presso Lizzo nel Bolognese. Gli autori accennano ad una facile sfaldatura, parallela ad una copia di facce del prisma primitivo, propria a questa specie, ma negli esemplari che ebbi agio di esaminare, tal carattere manca o si manifesta oscuramente.

La datolite ligustica scalfisce agevolmente l'apatite del Gottardo e difficilmente la scapolite; l'ortose l'intacca sotto lieve pressione. La sua durezza corrisponde adunque a 5,5. Il suo peso specifico, valutato sopra una masserella di oltre 22 grammi, mi risultò di 2, 80.

La composizione centesimale della nostra datolite vien data dalle cifre seguenti, che risultano da tre analisi di cristalli nettamente isolati, eseguite per me dal professor Bechi, le

---

(1) *Über Datholith von Casarza, und Calciumhydroxyd.* Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. LVIII. 1885.

(2) *Studio cristallografico sulla datolite di Casarza.* Rivista di Mineralogia e Cristallografia italiana. 1887.

(3) In connessione con questa proprietà si nota il fatto che, stringendo fra le mani un pezzo di datolite, si ode un lieve crepitio.

quali analisi non differiscono fra loro che di qualche diecimillesimo:

Anidride silicica	37, 61
Anidride borica	20, 84
Calce	35, 52
Magnesia	0, 08
Allumina.	0, 07
Perdita al calore (acqua) . .	5, 88
	100, 00

Noterò qui finalmente, in ordine al medesimo silicato, che lo ritrovai, a breve distanza, in un filone di contatto, sulla riva destra del Bargonasco (Miniera della Gallinaria); ivi cogli stessi caratteri ed associato alla calcite, ma non alla scolecite.

Scolecite di Casarza. — Rispetto alla scolecite di Casarza, è a notarsi primamente che si presenta in masse sferiche o sferoidali, fibroso-raggiate o lamelloso-raggiate, di variabili dimensioni, misurando le minori meno di un millimetro di diametro e le maggiori fin 26 millimetri. Queste piccole masse sono talvolta incomplete, riducendosi ad una frazione di sfera, d'ordinario alla metà. Altra particolarità degna di menzione si è che le sferette si trovano sempre impiantate nella parte più superficiale delle fenditure e delle altre soluzioni di continuità, generalmente *sopra i cristalli di calcite o frammezzo ad essi.* Pochi esemplari di piccole dimensioni, riposano direttamente sulla datolite. Vuolsi pure avvertire che, in forma di noduletti meno regolari, la scolecite si trova pure, per breve tratto, al muro del filone, nella losima serpentinosa e nella serpentina alterata che ne costituisce da un lato l'incassatura. In questa i noduli zeolitici sono piuttosto piccoli, fitti, schiacciati, e sporgono sulla superficie speculare della roccia che corrisponde allo stacco, come globuli d'una variolite che fosse rimasta lungamente esposta all'azione degli agenti atmosferici (fig. 39).

Le sferette maggiori s'incontrano prevalentemente in

quella parte del filone la cui materia è breccia ad elementi serpentinosi relativamente abbondanti e a pasta di datolite impura, microcristallina. Esse son di forma regolare, ma un po' scabre alla superficie. All'esterno, il loro colore è bianco sudicio ed hanno lucentezza terrosa; internamente, si presentano costituite di lamelle fibrose, irradianti dal centro e d'un bianco puro con lucentezza tra la pinguedinosa e la madreperlacea; la polvere loro è candida. Le sferette di questa specie non sono comuni e si mostrano solo ove

Fig. 39.

Scolecite nella serpentina alterata: grand. nat.

i materiali dell'eufotide sembrano aver subito più profonda alterazione. Nelle parti del filone in cui la datolite si trova in maggior copia e in cristalli più nitidi e voluminosi e in cui, per converso, son più radi e minuti i ciottoletti o frammenti di serpentina e i residui d'eufotide, la scolecite, sempre in forma globulare, apparisce più abbondante, ma in sfere più piccole e meno compatte, con struttura cristallina più distinta. Alcune di tali sferette sono cave, risultando di innumerevoli cristallini prismatici, brevissimi, strettamente stipati, e danno ricetto talora ad una seconda sfera concentrica di scolecite, cava ancor essa, occupata da una terza

più piccola e vuota, oppure da un nucleo centrale della stessa materia (fig. 40). Si da anche il caso che la datolite ricopra

Fig. 40.

Scolecite a sferette concentriche associata alla calcite· grand. nat.

di un involucro cristallino le masse scolecitiche; ma per lo più queste si trovano in contatto con cristallizzazioni di calcite, e avviene in certi esemplari che la calcite stessa, assumendo in contatto della scolecite una struttura fibrosa e facendosi subopaca, accenni come ad una graduata transizione tra le due specie. Gli intervalli tra una buccia scolecitica e l'altra e la cavità centrale, ove esiste, son talvolta parzialmente occupati da piccoli romboedri di calcite.

Vi hanno esemplari, raccolti presso l'avanzamento della galleria, nei quali la scolecite, in glomeruli bianchi, opachi, simili a globuli omiopatici, si trova impiantata su cristalli di calcite o datolite, questa ricoperta in tal caso da un sottilissimo intonaco subopaco. Di tali glomeruli ve ne hanno a superficie liscia od irta di sottilissimi e radi cristalli, quali aghiformi, quali contorti a guisa di filamenti cotonosi. Taluni, che ad occhio nudo sembrano compatti, si risolvono al microscopio in una agglomerazione di sottili filamenti come di bambagia. Altri globetti, translucidi e vitrei, osservati sotto lieve ingrandimento, presentano alla superficie dei piccoli rilievi diretti in vari sensi che sembrano corrispondere a spigoli di piccoli prismi.

Le masserelle di scolecite anche più voluminose offrono alla superficie loro lievissima resistenza all'azione penetrante di una punta d'acciaio, quando sia diretta verso il centro; ma internamente la durezza loro, sperimentata in direzione

normale alle facce di sfaldatura, non è minore di 4, 5. A tal durezza, che tuttavolta sembra scarsa in confronto di quella che vari autori assegnarono alla medesima specie [1], va unita, negli esemplari più compatti, una tenacità non comune. La determinazione del peso specifico, eseguita sopra campioni che parevano puri ed omogenei, diede una volta 2, 33, un' altra 2, 23.

I consueti reattivi, mentre rivelano nel nostro minerale la presenza dei suoi componenti normali, che sono, come ognun sa, la silice, l'allumina, la calce e l' acqua, scuoprono in esso un po' di magnesia, elemento che fu pur riscontrato nella datolite.

Ecco, d'altronde, i risultati di una accurata analisi quantitativa di questa scolecite, analisi di cui son pur debitore alla cortesia del professor Emilio Bechi:

Anidride silicica	46, 65
Allumina	25, 82
Calce	14, 44
Magnesia	0, 11
Acqua	13, 00
Anidride borica	tracce
	100, 02

Calcite di Casarza. — I cristalli di calcite associati alle datolite di Casarza furono studiati dal prof. De Memme [2], il quale riconobbe in essi due romboedri ben distinti, uno ottuso (angolo 131° 57'), a facce lucenti ed uno acutissimo (angolo 63° 51'), a facce appannate, che sono i limiti estremi delle facce curve di tali cristalli. Alcuni di essi presentano una graduata transizione tra il suaccennato romboedro ottuso

(1) 5, 5, secondo Dana.

(2) Memoria citata, pag. 51.

e il cuboide (angolo 88° 18′). Secondo l' osservatore precitato, le scaglie disposte ad embrice e le strie per le quali si passa da una forma all' altra « sono costituite da serie sensibilmente continue di minutissimi romboedri (011). Si tratta quindi di cristalli multipli, nei quali la disposizione dei romboedri (011), costantemente paralleli, è più o meno regolare secondo la distribuzione dei cristalli di datolite situati internamente ».

Alcuni esemplari incontrati verso l' avanzamento della galleria di Vallegrande, assumono configurazioni di croste mammellonari, quà e là coperte di piccoli rilievi cristallini che sembrano logori, e per tal carattere, come pure per la lucentezza cerea, ricordano la prehnite. In questo caso, mi sembra che lo strano aspetto del minerale non debba attribuirsi alla disposizione e forma degli elementi cristallini di cui risulta, ma piuttosto all' azione dissolvente di acque acidule.

Genesi del giacimento. — I reciproci rapporti, e certe particolarità di struttura e di giacitura dei tre minerali sopradescritti mi suggeriscono alcune induzioni per ispiegare la genesi loro.

Il filone di Vallegrande sarebbe, a parer mio, un condotto pel quale, dopo l' emersione della serpentina, e probabilmente in dipendenza di questo fenomeno, circolarono acque minerali, forse calde, dotate di azione meccanica relativamente energica e di proprietà corrosive, dovute, io credo, prevalentemente ad anidride carbonica, disciolta. Queste acque, operando meccanicamente, asportarono alle roccie incontrate nel loro tragitto piccoli frammenti, e quindi li depositarono, dopo una fluitazione più o meno lunga ed un conseguente logoramento, ov' era più debole la corrente, insieme alla melma magnesiaca ed argillosa, prodotta da una divisione più inoltrata. Intanto, dilavando, da un lato, grandi masse di serpentina, esse ne scioglievano l' anidride borica che in piccola proporzione, ma costantemente, va compresa tra i componenti di essa : e dall' altro, inducendo nell' eufotide profonda

alterazione, le toglievano gran parte della calce e della silice impegnate nel suo feldispato.

Così si trovarono in presenza gli elementi della datolite, la quale non tardò a formarsi e a cristallizzare, occupando gran parte della soluzione di continuità rimasta tra le due masse rocciose, e cementando insieme i materiali detritici accumulati dalle acque.

A poco a poco, le proprietà del mestruo si modificarono, a quanto pare, in tal modo che, mentre esso non aveva più che poco o punta azione sulla serpentina, continuava però a scomporre la saussurite dell' eufotide. Allora si formarono verosimilmente la calcite e la scolecite (1). In generale, la calcite ebbe origine prima della seconda e dopo formata fu parzialmente attaccata e corrosa dalle medesime acque in seno alle quali era nata e forse fornì la calce alla scolecite posteriormente generata.

I geologi sono generalmente inclinati, per antica abitudine, ad ammettere che gli svariati materiali contenuti nei filoni e disciolti nelle sorgenti minerali (che ebbero tanta parte nella genesi dei filoni) provengano direttamente dalle regioni più profonde della crosta terrestre o, per servirmi di un'espressione che l' uso ha consacrata, *dalle viscere del globo*. Siffatto modo di vedere non si fonda, nella pluralità dei casi, sopra alcun valido argomento. D'altra parte, lo studio minuzioso delle rocce dimostra che bene spesso quei medesimi materali si trovano diffusi nelle formazioni superficiali, e, quantunque la proporzione loro relativa sia tenuissima, pure rappresentano in complesso masse ingenti. Orbene, valutando i fatti indipendentemente da ogni idea preconcetta, mi sembra probabile che le azioni idrotermiche abbiano avuto appunto

(1) Se prima la corrente acquea era calda, quando avveniva la formazione della calcite, la sua temperatura doveva essere poco diversa dalla ordinaria.

per effetto di sceverare taluni di tali corpi dagli altri, di adunarli entro cavità sotterranee o in certe rocce permeabili, formando filoni, ammassi, compenetrazioni; al quale effetto pur avranno contribuito, comunque in minor grado, lenti fenomeni molecolari di concentrazione, di pseudomorfosi e di cristallizzazione.

In breve, la dottrina delle cause attuali, quando si tenga gran conto del tempo e delle condizioni particolari a ciascun giacimento, mi sembra quasi sempre opportunamente applicabile alla soluzione dei quesiti relativi alla genesi dei minerali.

L' ipotesi secondo la quale l' anidride borica della datolite potrebbe esser fornita dalla serpentina non è gratuita, imperocchè, dopo aver scoperto che le rocce ofiolitiche di varie località della Toscana, e segnatamente del Monte di Caporciano, sono boracifere, il professor Bechi si accertò della esistenza di quel medesimo composto in alcuni campioni di serpentina, comunicatigli da me, raccolti per l' appunto nella Valle del Bargonasco ([1]).

Considerazioni sui giacimenti metalliferi. — Si è veduto che la formazione ofiolitica dell' eocene è ricca di minerali metalliferi, alcuni dei quali forniscono pregiati materiali estrattivi. Importa investigare, sia per l' interesse scientifico, sì per le applicazioni industriali della ricerca, in qual modo si produssero i principali adunamenti loro.

Prima dell' eruzione delle serpentine e dopo, le pressioni esercitate dagli agenti endogeni che provocarono quell' imponente fenomeno, determinarono nei terreni più prossimi, rilievi, ripiegamenti, contorsioni e fratture. Queste si produssero particolarmente nelle zone che circondano le masse

---

([1]) La presenza di composti azotati nella serpentina, pur dimostrata dal Bechi, ci dà ragione parimente dell'odore di sostanza organica bruciata che si sviluppa riscaldando la datolite.

ofiolitiche, ove prevalgono gabbri rossi, diabasi, eufotidi ecc. e si convertirono, in gran parte, in filoni, filoncelli e vene metallifere ([1]).

I filoni mettono quasi sempre ai contatti, i quali bene spesso sono metalliferi e costituiscono i giacimenti più ricchi. Altre volte, essendo sterile il contatto, la roccia anfimorfica a fianco del medesimo dà ricetto a compenetrazioni e ad ammassi metalliferi.

La ganga dei filoni suol essere serpentina sfatta, steatitosa, associata ad argilla e ad altri elementi accessorii, principalmente calcite, in proporzioni variabili; non raramente è quarzosa; qualche volta è mista di quarzo e di serpentina detritica. I minerali metalliferi segnalati nei filoni sono per ordine di frequenza: calcopirite, pirite, erubescite, pirrotina nichelifera e non nichelifera, limonite, malachite, azzurrite, crisocolla, cuprite, magnetite, rame nativo, melanterite, cianosite, calcosina, blenda, oro. A mia cognizione, le quattro prime specie soltanto furono incontrate negli ammassi e nelle compenetrazioni unitamente alla limonite, alla malachite, all' azzurrite, alla crisocolla e alla cianosite, che sono prodotti d' alterazione. I minerali accessorii, non metallici, comuni sono: epidoto, quarzo, calcite; i rari: aragonite, zeoliti, epsomite (questa nei contatti) ([2]). La pirolusite con altri ossidi di manganese, la manganite e l' ematite rossa, fanno talora ufficio di rocce incassanti.

Dalle osservazioni che son venuto riassumendo, ho acquistato la persuasione che i filoni metalliferi delle formazioni ofiolitiche, nella Liguria orientale, si sono formati posteriormente agli espandimenti serpentinosi e con materiali tolti in gran parte alle serpentine. Reputo probabilissimo che gli

---

([1]) Eccezionalmente, i filoni e le compenetrazioni di minerali metalliferi si formarono anche nella serpentina.

([2]) L' epsomite è dovuta ad alterazione di minerali preesistenti.

stessi elementi metallici dei filoni, rame e ferro, fossero diffusi originariamente (in proporzioni tenuissime rispetto alla massa della roccia) nelle serpentine, sia in quelle pervenute alla superficie, sia in altre che rimasero sepolte ad ignote profondità.

È pur verosimile che alcune volte i materiali dei filoni e delle compenetrazioni sieno proceduti dall' alto al basso, perciocchè i contatti inferiori alle serpentine sono generalmente i più feraci.

Gli ultimi residui delle acque copiosissime che, impregnando le rocce eoceniche depositate di fresco, e quasi direi in formazione, le ridussero alla loro odierna forma litologica, scemate in quantità, e forse perciò più cariche di principii minerali, tolti, come dissi, alle serpentine, dovettero scorrere lungo i contatti e nelle spaccature e crepature comunicanti con essi e depositarvi detriti serpentinosi più o meno alterati e minerali metallici. Le acque spremute, per così dire, dalle masse di serpentina ancora molli e fangose, alla parte inferiore di esse, ebbero forse parte non piccola nella formazione di certi adunamenti metalliferi.

Quanto alle compenetrazioni, provengono indubbiamente in questo caso, come in molti altri, da materiali disciolti introdotti dalle acque in rocce fissurate o permeabili. Gli ammassi dipendono, a mio credere, da diffusioni di minerali, operate nella stessa guisa entro rocce pastose, e da un successivo e lentissimo lavorio molecolare, mercè il quale si operò dipoi il concentramento del materiale metallifero, in noduli o arnioni più o meno voluminosi.

Giova notare, a questo proposito, che nella miniera di Libiola si scoprirono, in una zona di rocce anfimorfiche, prossima ad un contatto e fino a poca distanza dalla superficie, ammassi di pura pirite cuprifera del peso di parecchie migliaia di tonnellate.

Sistemi cretaceo e giuraliassici.

Considerazioni generali.

I sistemi menzionati sotto questo titolo sono sì poco sviluppati nel nostro territorio che l' illustrazione loro può essere compresa in un solo capitolo.

Nella Liguria occidentale e tra le Alpi Marittime, apparisce sempre ben netta la distinzione fra il sistema cretaceo e il sovrapposto, i cui piani inferiori sono quasi sempre caratterizzati da numerose nummuliti; nella Liguria orientale, invece, laddove le assise superiori cretacee assumono la forma della pietra forte o di galestri, si confondono facilmente colle soprastanti eoceniche, nè gli scarsi corpi organici rinvenuti nelle une e nelle altre bastano a stabilire un piano di separazione. Inoltre, le due serie sono generalmente affette dalle medesime pieghe e contorsioni.

Con ciò non si può asserire che vi sia propriamente continuità di sedimentazione tra l' eocene e il cretaceo, poichè in nessun punto del nostro territorio fu accertata l' esistenza dell' eocene inferiore, e solo in alcuni tratti della Riviera di Levante è appena sospettata.

Rispetto ai limiti inferiori del cretaceo, sono sufficientemente definiti alle due estremità della zona ligustica, quantunque in entrambe sieno presenti un piano neocomiano ed uno titoniano. La distinzione emerge dalla differenza delle rocce che sono precipuamente calcari con selce nel primo e rocce diasprigne nel secondo.

Si vedrà in seguito come, a ponente, il sistema cretaceo possa scindersi facilmente nei principali suoi termini, segnalati altrove (in particolar modo nella Francia orientale) e come i suoi piani superiori assumano talvolta la *facies* così detta mediterranea. Comunquesia, non risulta fra noi legittimata la suddivisione del sistema in cretaceo propriamente detto e infracretaceo, proposta da de Lapparent.

Le formazioni giuraliassiche mancano completamente nella Liguria di mezzo e solo si palesano alle estremità occidentale ed orientale del nostro territorio, nonchè nella regione montana che confina colla prima. In alcuni punti, e principalmente lungo le due catene montuose che fiancheggiano il Golfo della Spezia, furono riconosciuti parecchi piani del giura e del lias coi loro fossili caratteristici; in altri, verso ponente, le insufficienti ricerche fin qui compiute, non hanno permesso di ottenere che scarsi riferimenti.

Non sempre la serie giurassica si discerne agevolmente dalla liassica. Questa invece si distingue assai bene, d'ordinario, dalla sottostante retica od infraliassica, la quale, per la sua potenza e per la spiccata individualità, accusata tanto dalle rocce quanto dai fossili, merita di figurare quale sistema peculiare.

Cretaceo.

Liguria occidentale. — Nel Nizzardo non solo è sviluppatissimo questo sistema, come può vedersi dai recenti studi di Fallot, di cui esporrò qui appresso alcuni risultati, ma inoltre si lascia scindere facilmente nei suoi piani principali [1].

Il daniano manca. Il senoniano offre calcari ricchi di fossili che rappresentano vari orizzonti; a Contes-les-Pins questi calcari ricettano *Inoceramus Cripsi*, *Ammonites Neubergicus* ecc.; a Fond-de-Giariel contengono *Micraster cordatus*; sulle rive del Paillon, al colle di Braus e a Beaulieu il fossile loro caratteristico è pure il *Micraster*. Al turoniano si riferiscono calcari compatti, silicei, pur visibili sulle rive del Paillon, e calcari ad *Inoceramus problematicus* del Colle di Braus. Il cenomaniano comprende le assise glauconiose ad *Ostrea columba*

---

(1) *Étude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le sud-est de la France.* Annales des Sciences géologiques, tome XVIII. Paris, 1886.

di Rompe-Talon (Sant' Ospizio) e d' altri punti, i calcari marnosi e le marne grigie ad *Ammonites Mantelli* ed *Holaster subglobosus* di Saint-Laurent e di Pont de Peille, infine gli strati glauconiosi a fucoidi di Saint-Laurent e probabilmente le marne nere senza fossili della bassa valle del Paillon.

Al gault si debbono ascrivere superiormente gli strati glauconiosi ad *Ammonites mammillaris* e *A. Lyelli* di Saint-Laurent e d' Aspremont, le assise nodulifere della stazione d' Eza e le glauconiose a fauna mista dello stesso punto. Il neocomiano, prescindendo da certi depositi di determinazione incerta, che stanno al sommo della serie, esibisce nel territorio di cui si tratta: calcari con *Ammonites difficilis*, al Plan de Revel, altri calcari, sottoposti al gault, a Saint Laurent; poi, inferiormente, assise con *Belemnites subfusiformis* ed *Ammonites Leopoldinus*, ad Aspremont, strati con *Echinospatagus*, al Plan de Revel, e calcari senza fossili, presso Nizza e ad Eza.

Salendo dalla valle del Varo, presso La Blè, fino alla Punta dei Quattro Cantoni, s' incontra una successione istruttiva di terreni, indicata, secondo Fallot, della sezione seguente, nella quale si osservano dal basso all' alto (fig. 41):

1.° Marne nere, che affiorarono nella parte inferiore del burrone che mette a La Blè (aptiano?).

2.° Marne grige e calcari glauconiosi che affiorano a Villars (cenomaniano).

3. Marne azzurre con un grosso banco di calcare compatto, azzurrognolo, intercalato; esse costituiscono il rilievo sul quale è fondata la cappella di Saint-Jean.

4.° Calcari grigio-azzurrastri e marne grige, con echinidi mal conservati.

5.° Calcari bianchi dell' altipiano di Ragias, con *Inoceramus* e grossi *Micraster* sformati.

6.° Marne e calcari grigio-azzurrastri, visibili alla Villette.

7.° Puddinghe violacee o rossastre, che appariscono immediatamente al di sopra delle Bastides de Sainte-Madeleine

e, dopo una assisa di marne, arenarie mummulitiche. Quest'ultimo complesso, che concorda cogli strati sovraincombenti, costituisce la base dell' eocene.

Sulla riva destra del Paillon, gli strati sono disposti un
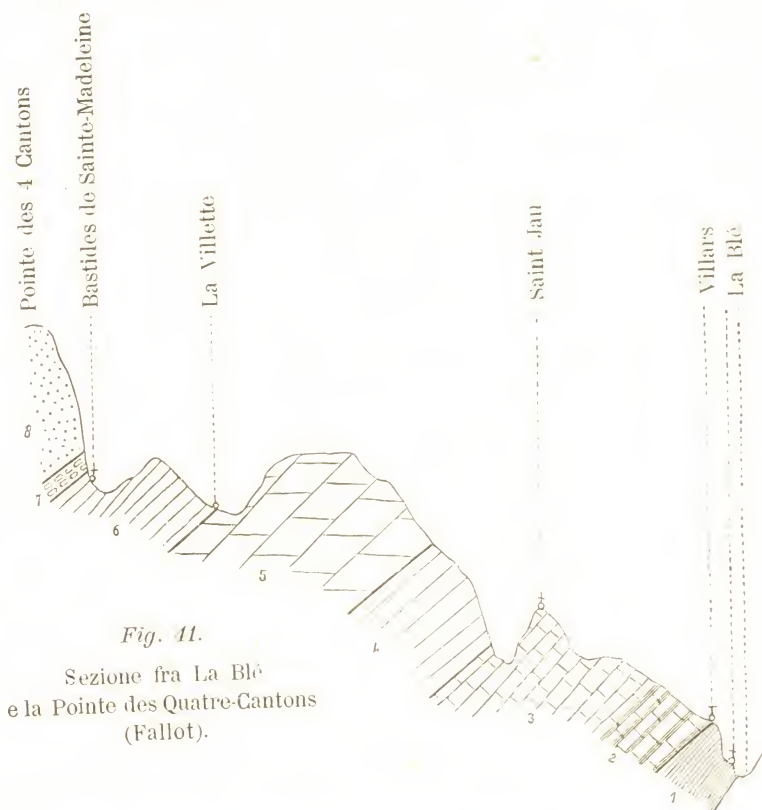
Fig. 11.
Sezione fra La Blé
e la Pointe des Quatre-Cantons
(Fallot).

1. Marne nere (aptiano?); 2. Marne e calcari (cenomaniano); 3. Calcari azzurri, in grossi banchi, con piccoli letti di marna intercalati, senza fossili; 4. Calcari grigio-azzurri con resti di echinidi; 5. Calcare bianco ad *Inoceramus* e *Micraster*; 6. Marne e calcari grigio-azzurri (marne a spongiari?); 7. Puddinghe; 8. Arenaria nummulitica.

po' diversamente, come emerge da altra sezione dovuta al signor Fallot, la quale comprende il tratto compreso fra il Pont de Peille e la Trinitè-Victor.

Al Pont de Peille corrisponde un anticlinale, il cui termine

inferiore è costituito di marne senza fossili, dubitativamente ascritte al cenomaniano inferiore o all' aptiano; seguono marne bigie, alternanti superiormente con calcari giallastri ed azzurrastri, a fauna cenomaniana ben spiccata (*Holaster marginalis*, *Ammonites Mantelli*, *A. Rhothomagensis*); al di sopra, giacciono calcari bigi più compatti, superiormente marnosi, e infine calcari bianchi con *Inoceramus* e *Micraster* (questi affini al *M. cor-anguinum*) e spongiari; si tratta indubbiamente di senoniano. A settentrione della piega del Pont de Peille, si verifica presso a poco la medesima successione, la quale si termina col nummulitico di Contes, Font-de-Giarel e Palarea.

Sopra i calcari del giura, che costituiscono quasi tutto il litorale fra Nizza e Mentone, compariscono piccoli lembi di cretaceo presso Villafranca, nella Penisola di Sant-Ospizio, al Capo Roux ed accanto alla stazione di Eza.

In qualche punto, nei dintorni di Beaulieu e Villafranca, sono calcari marnosi, verdastri, nelle cui assise superiori Potier raccolse alcuni gasteropodi e piccole ostriche, i quali sembrano riferirsi ad uno dei termini più elevati del senoniano.

Il cretaceo addossato alla ripa giurassica sulla quale è fondato il villaggio di Eza offre, alla base, un calcare compatto, bianco, un po' glauconioso, che sembra neocomiano, e, superiormente, uno straterello di calcare friabile, glauconioso, con numerosi fossili del gault, che furono descritti da Fallot. I più comuni sono: *Ammonites Charrierianus*, *Belemnites semicanaliculatus*, *Cryoceras Heberti*, *Pleurotomaria Bergeroni*, *Solarium* affine al *lingryanum*, *Plicatula radiola*, *Terebratula Dutempleana*, *Rhynchonella sulcata*, *Discoidea conica*. La copia della *Discoidea conica* e il ritrovamento del *Turrilites Toucasi* eliminano ogni dubbio sull' età del giacimento. Sopra il detto strato ve ne ha un altro più sottile, con noduli fosfati e conchiglie spezzate, in cui s' incontra l' *Holaster Perezi*. Sovrastano a siffatto complesso marne bigie, d' apparenza cenomaniana, che vanno fino al mare,

(*fig.* 12). Reynès e Geny segnalarono anche al N. di Eza il gault, con fossili caratteristici. Geny vi distinse due zone: una con *Ammonites mamillaris*, *A. cristatus* e *Turrilites crenatus*, e l'altra con *Ceratites Seneguieri* e *Ammonites Deluci*.
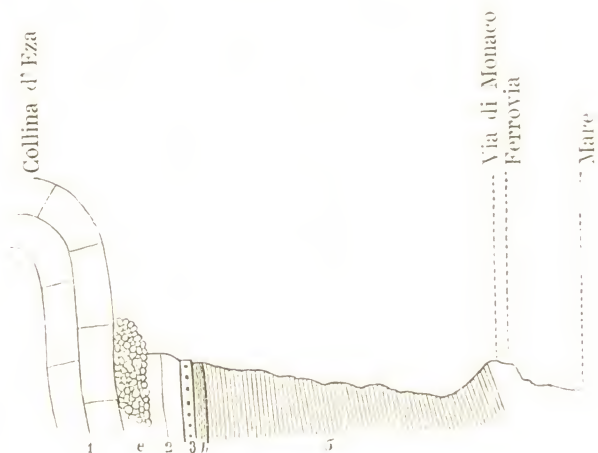
Fig. 12

Sezione presa a 200 metri ad est della stazione d' Eza (Fallot).

1. Giura superiore; 2. Neocomiano?; 3. Calcare glauconioso a *Discoidea conica*, ecc.; 4. Strato glauconioso con noduli fosfati (gault); 5. Marne grigie (cenomaniano?); *e*, Frana.

Il tratto di litorale compreso fra Mentone e Pian di Latte presenta pure vari piani cretacei, notevoli per la loro complicata disposizione stratigrafica.

A levante delle colline plioceniche di Mentone, si trovano rappresentati, in una lunga serie d' assise, tutte più o meno immerse ad est: un piano nummulitico di cui ho già trattato precedentemente, calcari cretacei superiori [1] e medi, quali

[1] Vi è indubbiamente rappresentato il senoniano.

con *Inoceramus* (*I. Cuvieri*, d'Orb.), quali con *Belemnites*, quali con foraminifere (*Textilaria globulosa*, Ehr., *Nonionina globulosa*, Ehr., *Lagena ovalis*, Kauf.); quindi calcari neocomiani e giurassici [1]; in seguito, di nuovo calcari della creta media e superiore, e infine ancora nummulitico.

Questo complesso costituisce, come dimostrarono Gaudin e Moggridge, una grande anticlinale mozzata, ribaltata a ponente, permodochè il suo ramo occidentale offre i propri termini invertiti. La cima della Giranda e il Vallone di San Luigi si trovano presso a poco lungo l'asse dell'anticlinale [2]. Verso levante, ad esso fa seguito una sinclinale colla medesima orientazione, ma assai più ristretta, cui succedono altre pieghe stipate, per le quali più volte si ripete, lungo il fianco occidentale del Monte Bellinda, l'affioramento di strati nummulitici, come ebbero a verificare Fontannes e testè Taramelli. Le rocce della creta superiore ricompariscono ancora alla base del Monte Bellinda sotto assise eoceniche; poi queste, profondamente abrase, in guisa che riesce assai difficile la ricostituzione delle pieghe alle quali appartengono, si succedono nel territorio del Pian di Latte, indi nella eminenza di Castel d'Appio, la cui parte superiore sorregge, come è noto, un potente deposito pliocenico.

Il cretaceo costituisce nella bassa valle di Roia, a monte di Trucco, una zona che segue la riva sinistra del fiume fino a Saorgio e di là si continua verso est e nord-est. In questa zona l'ing. Franchi avrebbe rinvenuto, poco fa, un deposito con belemniti.

---

[1] Gaudin e Moggridge, cui debbonsi queste osservazioni, non accennano ad assise giurassiche, ma tuttavolta sono presenti

[2] La piega doveva estendersi con eguale disposizione ad una certa distanza dal mare, imperocchè la collina che serve di base a Castellar vecchio presenta la medesima inversione nell'ordine delle assise ivi sovrapposte.

All' Argentera, in un territorio non compreso nel campo delle mie investigazioni, un calcare ad ippuriti vien dal Portis attribuito al piano turoniano (*facies* mediterranea).

Al Colle Buffe e al Bric Castea, i calcari titoniani sono attorniati da una zona di scisti marnosi grigi, passanti a scisti rossi (senoniani) che precedono gli strati nummulitici (Zaccagna). Una lunga e stretta zona cretacea fu segnalata fra Upega e la Cima del Caplet. In questo punto essa discorda coi calcari giurassici e liassici dell' Alpe di Cosio.

Liguria media e orientale. — Passando alla Liguria media, ricorderò come Lorenzo Pareto abbia accennato, in una delle sue memorie geologiche, al ritrovamento di un unico avanzo di ammonite entro un banco d' arenaria nerastra, ferrifera, che spunta sotto le assise del calcare a fucoidi a Sant' Olcese presso Genova ([1]). Ma egli non fornì ulteriori notizie su tale scoperta, alla quale non parve attribuire grande importanza. Il fossile di cui si tratta non fu più rinvenuto nella collezione di Pareto, ora conservata presso il Museo Civico di Storia Naturale.

Nel vallone scavato dal Rio delle Caselle, presso Aggio, si osservano calcari, calcescisti ed arenarie eocenici, assai contorti, i quali presentano lungo il lato occidentale la sezione di una piega a *C*, assai schiacciata e colla convessità rivolta a N., e nel lato opposto il dorso di strati di arenaria pendenti ad O.

Sotto gli strati inferiori della piega, spuntano, alquanto discordantemente, le testate di scisti argillosi di color vinato, verdognolo o grigio, appartenenti senza dubbio ad una formazione più antica. Questi scisti offrono straterelli sottili, essi pure alquanto contorti, e disposti, verso lo sbocco della valle, con direzione N. 20° E. mg., immersione N. 70° O. ed

---

([1]) Pareto L. *Cenni geologici sulla Liguria marittima*, pag. 41. Genova, 1846.

inclinazione di 50°; più in sù, sono diretti da E. a O. mg. e inclinati di 60° verso N. Essi presentano scistosità ben manifesta, parallelamente alla stratificazione, e piani di frattura paralleli tra loro, i quali incontrano ordinariamente ad angolo acuto i piani di stratificazione e di scistosità. Da ciò una tendenza a dividersi in prismi obliqui, o meglio in lamelle romboidali, a facce bene spesso un po' flessuose.

La fissilità giunge a tal segno, in alcuni punti, che la roccia si riduce spontaneamente in cumuli di minutissime scagliette; altrove, invece, essendo poco consistente, si stempera in massa argillosa informe. È notevole la circostanza che la formazione di cui si tratta si mostra quasi sempre destituita di vegetazione ed accompagnata da frane o scoscendimenti.

Gli scisti rossi, che sono i più comuni, si mostrano assai molli, quasi infusibili al cannello, emettono odore terroso alitandovi sopra e non fanno effervescenza cogli acidi. A differenza di quelli che s' incontrano nella formazione serpentinosa, la tinta loro è dovuta a ferro e non a manganese.

Molti anni or sono [1], manifestai il supposto che tali scisti potessero riferirsi all'eocene inferiore, perchè sulla vetta della collina detta il Castelluzzo, sopra Molassana, le loro stratificazioni sembrano concordanti con una massa di calcare a fucoidi sottoposto e ricco di *Helminthoida*, e perchè somigliano a certi scisti varicolori dell'eocene; ma, avendo potuto osservare, di poi, le assise cretacee che si manifestano in vari punti presso la Spezia, e principalmente quelle di Vezzano, sono ora inclinato a ritenerle cretacee. A questa conclusione fui condotto, d'accordo col dott. Squinabol [2],

---

[1] *Rame natico* ecc. Boll. del R. Comit. Geol. d'Italia, vol IX, n. 5-6, pag. 227. Roma, 1878.

[2] Issel e Squinabol, *Di una gita nei dintorni di Genova*. Atti della Società Ligustica di Scienze naturali e geografiche, vol. I. n.° 2. Genova, 1890.

considerando il ritrovamento di fossili cretacei, avvenuto in una formazione somigliante nell'Apennino Bolognese e Modenese, e particolarmente quello di un ittiosauro e di una cicadea, recentemente segnalato dal prof. Capellini [1].

È bensì vero che il predetto professore accenna ad argille scagliose e non a scisti argillosi; ma i nostri scisti rossi, ove furono esposti agli agenti atmosferici, si mostrano disaggregati, sfatti, ed acquistano i caratteri delle vere argille scagliose.

La formazione cretacea del Rio delle Caselle si estende dallo sbocco di detto rio nel Rivo Torbido, fino a N.E. di Caiasca, formando una stretta striscia lunga circa 3 chilom., nel fondo della valle, qua e là ricoperta da frane di calcari eocenici; così, per esempio, a monte del punto detto la Gola, dove raggiunge la massima altezza sul livello del mare (710 metri). Ricomparisce poscia in altri luoghi abbastanza lontani: al Castelluzzo e a Carpi presso Molassana, a Piccarello presso S. Olcese, alla Serra di Bavari, al Serino, dove gli scisti sono sottostanti alle arenarie e concordano con esse, al Begato presso le mura di Genova, e sulle rive del Laccio presso Torriglia. Quivi i loro rapporti colle rocce soprastanti sono occultati da frane.

Secondo Pareto, le argille vivamente colorate e metallifere si trovano sotto le convessità e le strane piegature del calcare a fucoidi, insieme ai macigni e talvolta anche in vicinanza di una specie di *grünstein* (sotto questo nome accennava alle nostre rocce diabasiche), cui egli attribuiva i contorcimenti e le fratture della formazione.

È degna di nota la circostanza che negli scisti rossi del Rio delle Caselle fu rinvenuto un fossile, un dente di *Oxyrhina*,

---

[1] Capellini G., *Ichthyosaurus campylodon e tronchi di cicadee nelle argille scagliose dell' Emilia.* Memorie della R. Accad. delle Sc. dello Istituto di Bologna, serie 4.ª, tomo X. Bologna, 1890.

il quale richiama alla mente gli avanzi consimili, raccolti dal Bianconi e da altri nelle argille galestrine cretacee del Bolognese.

A queste osservazioni sulla esistenza di piccoli lembi cretacei, emergenti dalla gran plaga eocenica del Genovesato, si collega la scoperta di *Inoceramus*, fatta anni sono, dal dott. A. Negri, alle falde del Monte Boglelio, in Val di Staffora, e il riferimento di alcuni affioramenti, riferibili al medesimo sistema, nella Valle di Trebbia e nelle sue adiacenze.

Gli strati superiori cretacei consistono, tra i monti della Spezia, come tra le Alpi Apuane, in scisti marnosi, rossi e grigiastri, corrispondenti in parte alla *scaglia* della Lombardia e dell' Apennino centrale (senoniano). Presso Arcola, nel punto detto Soggiano, gli scisti rossi passano alla ftanite e si fanno manganesiferi.

Il cretaceo inferiore è rappresentato presso Vezzano, ove ha poco sviluppo, da scisti galestrini, calcare bigio o bruno ed arenaria pertinente alla varietà *pietra forte*, nella quale furono rinvenute vestigia di ammoniti. Lungo il promontorio occidentale del golfo lunense, l' angusta zona riferita al cretaceo inferiore (ritenuta neocomiana da Zaccagna) risulta in modo principale di un calcare selcifero, assai compatto, grigio o rossigno, il quale è intimamente connesso alle assise titoniane colle quali confina.

Giuraliassico.

Liguria occidentale. — Nella Liguria occidentale, circoscritta dai confini convenzionali adottati in queste pagine, i sistemi giurassico e liassico non furono ancora sufficientemente studiati e in gran parte manca la identificazione dei singoli piani, non essendosi rinvenute fin qui che poche assise fossilifere ; ma a breve distanza, all' Argentera, fu segnalato il titoniano regolarmente sovrapposto al lias e soggiacente ad un calcare ippuritico (Portis), e, presso il Colle di Pourriac,

furono accertate, pel ritrovamento di fossili caratteristici, i piani toarsiano, liassiano e sinemuriano (F. Sacco).

Al giurassico superiore spettano, secondo la carta geologica, alla scala di 1 : 80 000, pubblicata dal Ministero dei Lavori pubblici, in Francia, un calcare bianco, a stratificazione indistinta, contenente nerinee mal conservate, visibile nei dintorni di Biot, ove riposa sopra dolomie soprastanti a calcari con *Rhynchonella decorata.*

Le formazioni giuraliassiche compariscono, a notevole distanza dal mare, sopra Breil in val di Roia, poi in una lunga zona, la quale dai pressi del passo di Nava si porta alla Cima Marguareis e alla Cima della Fascia, con estesa propaggine che giunge alla Cima delle Saline. Mentre sulla riva sinistra della val di Roia si tratta di giura bianco, nella zona di cui si è accennato in seguito, figurano a quanto pare, il giura bruno e il lias, non ancora suddivisi nei loro singoli piani.

Sono, secondo ogni probabilità, riferibili al coralliano i calcari bianchi a grossa grana del Ponte S. Luigi e quelli di Ponte S. Martino (fra Monaco e Mentone), entrambi ricchi di coralli, che furono studiati da d'Achiardi.

L'Ingegnere Zaccagna attribuisce al lias il marmo persichino che si escava sotto la vetta della Rocca Ferraira. Anche al Bric Savoia, presso Limone, il medesimo sistema somministra pietre decorative.

Allorchè si risalga la valle del Negrone, avverte l'osservatore precitato, si incontrano assise superiori ai calcari triassici, di cui risulta la vetta del Mongioie, e consistono in calcari grigi ceroidi, ora in strati regolari, ora massicci, che assumono in alto colore rossastro e struttura mandorlata. Queste rocce, di *facies* liassica, si mostrano per buon tratto lungo il Rio di Nava e in ispecie tra il Ponte di Nava e il colle omonimo.

L'ing. Franchi, incaricato di rilievi geologici nella Liguria occidentale, avrebbe testè verificata l'esistenza di una formazione titoniana, con *Terebratula diphya* e *T. janitor*,

a Rocca Barbena, la quale comparirebbe in altri punti di quel territorio con gasteropodi e corallari caratteristici.

Alcuni lembi liassici, con ammoniti e belemniti, sarebbero pur stati riconosciuti dal medesimo osservatore nei pressi di Zuccarello, nonchè al Colle di Tenda e a Briga ([1]).

Il triangolo eocenico, che ha per base il litorale ligustico fra la Mortola e Albenga e per vertice un punto situato presso Limone, apparisce limitato, nelle recenti carte geologiche, da una cornice interrotta di formazioni giuraliassiche, ben sviluppata lungo la Roia, come pure tra Limone e il Ponte di Nava, cornice marginata quà e là di una striscia cretacea; da quanto precede emerge che siffatta cornice ha maggior continuità di quel che non risultasse dai precedenti rilievi e si accosta al litorale nella direzione di Erli, con piccoli lembi spiccati dalla zona principale.

Stratigrafia dei Monti della Spezia. — Nelle due catene montuose che sorgono lungo le rive del Golfo della Spezia, i sistemi giurassico e liassico sono rappresentati da buon numero di assise in gran parte fossilifere, il cui studio si connette intimamente a quello dell' intera serie mesozoica alla quale appartengono, serie omai classica per l' importanza dei lavori cui diede luogo.

Le più antiche osservazioni geognostiche e paleontologiche pubblicate sulle montagne che limitano il Golfo della Spezia datano dal 1827 e sono dovute a Gerolamo Guidoni, che fu il primo a segnalare le ammoniti comuni in alcune assise di quelle montagne. Le rocce osservate da questo autore, nel territorio da lui esplorato, sono riferite parte ai terreni primitivi, parte agli intermedi. Più tardi, Savi, che aveva accompagnato Guidoni in parecchie delle sue escursioni, esponeva nuove importanti osservazioni, corredandole di op-

([1]) Bollettino del R. Comitato geologico d' Italia, anno 1891, n. 2, pag. 23.

portuni raffronti fra la geologia del golfo e quella delle Alpi Apuane e della Toscana.

Associatosi il Guidoni a Lorenzo Pareto, nel 1832, si occuparono insieme del calcare nero, i cui fossili erano già stati segnalati nel 1811, da Cordier, e dimostrarono che il macigno, quantunque sottoposto a tale calcare nero per effetto di locale rovesciamento, alla base della Castellana, è però più recente di esso.

De la Bèche diede dipoi alcune sezioni dei monti del golfo ed un schizzo di carta geologica a corredo di una memoria, nella quale faceva conoscere le osservazioni di Guidoni e le proprie. Egli descriveva in pari tempo molti nuovi fossili.

Angelo Sismonda si occupò a lungo del Golfo della Spezia in un suo lavoro, corredato di carta geologica e di profili, comparso nel 1841 [1]. Egli attribuiva allora al sistema giurassico le zone di calcare e di puddinga della riva occidentale e di parte della orientale ed ammetteva che la stratigrafia delle due catene, accennasse ad una sinclinale complicata da uno spostamento a guisa di salto, come tende a farlo credere l'elevazione diversa degli strati, i quali, lungo le due rive, non si corrispondono. Sarebbe avvenuto, secondo tale interpretazione, un scivolamento ed un rovesciamento degli strati, permodochè la puddinga, quantunque meno antica, apparirebbe inferiore al calcare.

Murchison ebbe a trattare del Golfo della Spezia, nella sua classica *Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Apennini e dei Carpazi* [2]. Egli osservò, tra l'altre cose, come la serie dei terreni che costituisce il promontorio occidentale del golfo riproduca in piccola scala l'intera serie

---

[1] Memorie della R. Accademia della Scienze di Torino, serie 2.ª, tomo IV.

[2] Trad. di P. Savi e G. Meneghini. Firenze, 1851.

stratigrafica delle Alpi Apuane e riconobbe nel promontorio orientale il calcare ammonitifero rosso e, fra esso e il macigno, un equivalente imperfetto e non fossilifero di qualche formazione cretacea.

Per Murchison, il golfo fu scavato entro una conca sinclinale di macigno, mentre i calcari inferiori, essendo più duri e resistenti, sarebbero stati risparmiati dalla erosione ed avrebbero formato le rive della insenatura.

Per quanto concerne specialmente le formazioni liassiche, giova ricordare che dapprima Hoffmann, poi Savi e Meneghini e in ultimo Cocchi, attribuirono i loro fossili parte al giura, parte al lias. La vera età di questi fossili, già riconosciuta fin dal 1842 da d'Orbigny, fu poi dimostrata posteriormente per opera di altri osservatori, tra i quali citerò De Stefani e Canavari.

La massima parte dei geologi che si occuparono, prima del 1860, del territorio della Spezia, visto che il calcare nero è superiore a tutta la serie fossilifera della catena occidentale, lo giudicarono meno antico delle formazioni che gli stanno a contatto e lo riferirono ad una delle divisioni comprese fra il lias inferiore e il neocomiano. Due osservatori, Pilla e Murchison, avendo riscontrato qualche analogia fra esso calcare e le assise giurassiche della Lombardia e di alcuni punti delle Alpi, mentre convenivano con coloro che lo ritenevano liassico, riconobbero tuttavolta che ricopre per effetto di un rovesciamento un complesso di strati comparativamente recenti. Capellini, in seguito alle sezioni da lui rilevate e dopo lo studio di numerosi fossili, attribuì questo calcare al sistema infraliassico [1].

Per spiegare l'ordine stratigrafico, visibile nella catena che limita il golfo a levante, tanto diverso da quello del pro-

---

[1] *Studi stratigrafici e paleontologici sull'infralias delle montagne del Golfo della Spezia.* Memorie dell'Accademia delle Scienze di Bologna, serie 2.ª, tom. I. 1862.

montorio occidentale, lo stesso autore ricorre all'ipotesi di un rigetto, per effetto del quale si sarebbe innalzato il lato orientale e l'opposto avrebbe subito invece un avvallamento.

Nella prima edizione della sua carta geologica dei dintorni del Golfo della Spezia, la quale data dal 1863, il Capellini distingueva nel territorio da lui contemplato: recente e postpliocene, miocene, eocene, cretaceo, giuraliassico, infralias, lias, paleozoico, rocce serpentinose: nella seconda, comparsa nel 1881, egli distingue, oltre ai depositi quaternari e terziari (comprende fra gli ultimi anche la formazione serpentinosa), due piani nella creta, uno nel giura, tre nel lias, due nell'infralias e tre nel trias (che egli però reputa dubbio), poi un sistema permo-carbonifero ed un gruppo paleozoico indeterminato. Il giura, che si manifesta principalmente in certi scisti varicolori, a quarzo fibroso (con varie impronte di aptichi) e in novaculite verdastra ad amigdale di calcare, è da lui dubitativamente ascritto al titonico; mancherebbero i termini intermedi che altrove si frappongono fra questo ed il lias superiore.

Come rocce caratteristiche dei tre piani liassici, sono dallo stesso autore indicate: pel 1.° (il superiore), gli scisti varicolori a *Posidonomya*; pel 2.° (il medio), il calcare rosso chiaro con arietiti ed entrochi; pel 3.° (l'inferiore), il calcare grigio chiaro, con scisti lionati ammonitiferi, interposti.

Nella sua descrizione geologica dei dintorni del Golfo della Spezia, lo stesso autore attribuiva nel 1864 parte al permico, parte al trias, le assise già ascritte dai suoi predecessori al verrucano. Egli scindeva poi la zona infraliassica (all'estremità meridionale della catena orientale del golfo): in calcari grigi chiari, che riposano sul calcare cavernoso triassico, in calcari di color grigio cupo, non fossiliferi, e in calcari dolomitici. In ordine alle assise soprastanti, riunendo al lias medio gli scisti lionati con impronte di ammoniti, collocava nel lias inferiore tutto il complesso compreso fra tali scisti lionati e il retico. Secondo le sue osservazioni, questa serie si osserva con regolare sovrapposizione in parte

del promontorio occidentale, mentre nel rimanente è invertita dal rovesciamento già ricordato; faceva poi conoscere i caratteri differenziali tra le assise cretacee ed eoceniche, le quali trovansi per non lieve estensione a contatto.

Nel promontorio occidentale del Golfo della Spezia, il lias offre in basso strati di calcare di color grigio cupo e di scisti grigi o giallastri intercalati, con ammoniti quasi tutte piritizzate, strati che possono misurare in complesso 200 m. di potenza, poi calcari vinati, rosei e giallastri, brecciati, i quali hanno una spessezza di 40 a 50 m. Questi non contengono che pochi esemplari determinabili, appartenenti al tipo degli arieti, e corrispondono stratigraficamente a quelli che s'incontrano in vari punti delle Alpi Apuane e della Toscana; quindi sottentrano calcari grigi con selce, che corrispondono precisamente al lias medio e formano una piccola serie di strati di 15 a 20 m. di spessezza con fossili piritizzati e limonitizzati (tra questi fossili si danno anche alcune forme riferibili al lias superiore); in ultimo, calcari grigi e scisti marnosi rossi e giallastri; anzi, in alcuni tratti, vere marne con *Estheria* innumerevoli [1]. Si tratta di un complesso di 30 a 40 m. di potenza, schiettamente appartenente al lias superiore. Al di sopra delle assise ad *Estheria*, colle quali si termina la serie liassica, si ha una lacuna stratigrafica che corrisponde ai termini inferiori e medi del giura; infatti succedono immediatamente ad esse scisti argillosi e ftaniti rossastre e violacee (con pochi strati di calcare rosso superiormente) del titoniano, che alla loro volta sorreggono una pila di strati cretacei ed eocenici.

Nei monti che sorgono lungo l'altra riva del golfo, si ha una regolare successione di strati, pendenti generalmente a sud-ovest e ad ovest. Tra il Capo Corvo e la Magra,

---

[1] Sono gli stessi fossili che Capellini registra sotto il nome di *Posidonomya*.

compariscono da levante a ponente: permico inferiore e superiore, tre piani triassici e due retici, cui fanno seguito un po' più a nord, sempre disposti nell' ordine cronologico, il lias, il giura e la creta. Verso Lerici, a contatto delle rocce cretacee, ricomparisce in riva al golfo un lembo triassico, il quale accenna a qualche frattura con rigetto.

Un po' più a nord, fra Arcola e San Bartolomeo, mentre sono presenti i medesimi termini ad esclusione del lias, la disposizione loro è irregolare, presentandosi prima il terreno eocenico poi il titoniano, quindi la massa scistosa cretacea con piccole emersioni di calcari retici, poi nuovamente l' eocene e in ultimo, con grande sviluppo, il trias, con quarzite e calcare cavernoso. Siffatta disposizione è accennata nella parte orientale della sezione fra lo Scoglio Ferrato e la riva sinistra della Magra, riprodotta in queste pagine (fig. 14), la qual parte può essere interpretata col supposto che i sedimenti giurassici e cretacei, da un lato, e gli eocenici, dall' altro, si depositassero in discordanza sulle formazioni più antiche già raddrizzate ed erose.

Fossili e Minerali.

Fossili. — Quasi tutti i fossili del lias inferiore di Spezia sono convertiti in limonite o in pirite e, in generale, hanno piccole dimensioni. Di parte delle ammoniti si conserva solo l' impronta, la quale si presta male alla determinazione: son quelle che si trovano negli scisti lionati, immediatamente sottoposti ai calcari rossi. Raramente, al centro dell' impronta si conservano i primi giri della spira piritizzati: ciò dimostra che la piccolezza delle ammoniti di quella formazione dipende più che altro dalla riduzione subita dalla conchiglia, allorchè fu fossilizzata. La camera d' abitazione non è conservata che in casi non comuni.

Secondo la rassegna accuratissima istituitane dal Cana-

vari [1], la fauna del lias inferiore di Spezia comprende 84 specie, tra le quali 64 di cefalopodi, 12 di gasteropodi (forme quasi tutte nuove) e 4 di brachiopodi. Egli non tenne conto di alcuni coralli e conchiglie bivalvi mal conservati, nonchè di un resto problematico attribuito ad un crostaceo.

Sono dominanti, pel numero delle specie, i generi: *Arietites* (24 sp.), *Schlotheimia* (9 sp.), *Phylloceras* (8 sp.), *Palæoniso* (8 sp.). Fra tutte le specie descritte, il *Phylloceras cylindricum*, Sow., offre il maggior numero di esemplari; vengono in seguito gli ammoniti angulati e i psilonoti del gruppo *Psilonotus Guidonii*, Sow., e *P. pleuronotum*, Cocchi.

Una forma di gasteropodo rinvenuta alla Spezia si riteneva fin qui propria al trias superiore; alcune specie di cefalopodi sono promiscue alle assise del lias medio o superiore.

La fauna della Spezia presenta stretti legami con quelle della regione alpina, riferibili al medesimo orizzonte, ad esempio, colla fauna dei calcari selciosi di Carenno, in Val d'Erve, nelle Prealpi bergamasche. Non vi mancano tipi che la collegano in modo spiccato a certe faune più orientali; senzachè tuttavolta vi si palesino specie esclusive alla zona liassica più profonda, a *Phylloceras calliphyllum*, Neum.

Minerali. — I minerali delle formazioni cretacea e giuraliassica in Liguria sono in scarso numero e poco notevoli, sia dal punto di vista scientifico sia da quello delle applicazioni. Non m'indugerò a descrivere: la pirolusite, la manganite, la limonite, i carbonati idrati di rame, la calcite, l'aragonite, che si trovano tra queste formazioni in alcuni punti dei monti prossimi alla Spezia. Dirò invece di alcune altre specie da me raccolte negli scisti cretacei del Genovesato.

---

[1] *Contribuzione alla fauna del lias inferiore di Spezia.* Memorie del R. Comitato geologico, vol III. Firenze, 1888.

Nella roccia argillosa e scistosa che affiora sotto ai calcari liguriani, nel vallone in cui scorre il Rio delle Caselle, presso Aggio, e principalmente alla parte inferiore del vallone, s' incontrano in gran numero noduli di marcassite a struttura raggiata, bene spesso alterati e convertiti parzialmente in melanteria. Questi noduli, ove il minerale è più alterato, sono talvolta intersecati da un complesso di sepimenti di silice, ed avvolti in un intonaco della medesima sostanza. È assai probabile che i noduli di cui si tratta, abbiano sostituito corpi organici, di cui non saprei indicar la natura.

Gli scisti si mostrano altrove rubiginosi e, più raramente, impregnati di sali di rame, principalmente idrocarbonati. Di più, nella terra che proviene dal loro sfacelo, si trovano pezzetti di rame nativo, cioè laminette a contorni dentellati, masserelle ramolose, piccole concrezioni, il peso delle quali non arriva in generale ai 10 grammi. Quasi tutti sono superficialmente intonacati di malachite ed azzurrite con tracce di cuprite. Tra essi, venne pur raccolto il dente di *Oxyrhina* precitato, il quale è convertito in rame nativo, caso di pseudomorfosi piuttosto unico che raro (fig. 13). Questo fossile che si sospettava riferibile alla *O. hastalis* dell'eocene, appartiene invece, secondo ogni probabilità, alla *Oxyrhina Mantelli*, Agass. [1], cretacea. Esso è di figura conica traente alla triquetra, appuntato, un pò curvo, a margini interi e taglienti, lungo 19 millimetri, largo 9,5, spesso 5; una delle sue superficie è più convessa dell' altra. Nulla può dirsi della base che è spezzata. Il fossile lascia scorgere una cavità interna, occupata parzialmente da malachite. Tranne in qualche punto, in cui apparisce tinto in verde dal medesimo minerale, offre color rosso bruno, con lieve lucentezza metallica, la quale si fa viva colla scalfittura.

---

[1] *Recherches sur les poissons fossiles*, vol III, p. 280, tav. XXXIII, fig. 1-9. Neufchatel, 1833-1834.

La sostituzione del rame alla materia organica, si effettuò completamente per l'intero fossile, ad eccezione di un piccolo tratto situato presso la base, in cui sussiste un' area dura, biancastra, tutta fissurata, che è senza dubbio un residuo dello smalto originario.

Fig. 13.
Dente di squalo convertito in rame nativo: grand. nat.

Io supponevo da principio che questa pseudomorfosi fosse il risultato di fenomeni fisico-chimici assai complessi, e dipendesse da un concorso di circostanze straordinarie non facili a rintracciarsi; ma un esperimento eseguito di poi mi persuase che le condizioni necessarie perchè abbia a prodursi sono relativamente semplici e non difficili a conseguirsi dall' arte; laonde sarebbe possibile, io credo, di ottenere artificialmente la conversione di un corpo organico in rame. Avendo posto alcuni denti di *Oxyrhina hastalis*, fossili, raccolti nelle marne plioceniche di Savona, in un vaso contenente una soluzione satura di solfato di rame, mi accorsi, non senza meraviglia, che dopo quindici giorni la parte radicale di quei denti cominciava a ricoprirsi d' un velo sottilissimo di rame metallico e che il metallo già produceva delle chiazze piccolissime, quasi microscopiche, alla superficie dello smalto (¹).

(¹) Si tratta di denti assai poco alterati dalla fossilizzazione, in cui è presente ancora una dose non lieve di materia organica, cioè 3, 5 p. 100.

Non dubito che, in uno spazio di tempo sufficientemente lungo (forse lunghissimo), si avrebbe, oltre al completo rivestimento di quei denti, la penetrazione del metallo nei loro tessuti e, in ultimo, la perfetta pseudomorfosi.

Come si spiega la precipitazione del rame sul fossile? La materia organica di questo ha forse il potere di ridurre il solfato? V' ha uno scambio d'elementi fra i minerali che impregnano il dente e la soluzione? La scomposizione non si produrrebbe, per avventura, in conseguenza di una debole corrente elettrica? E in tal caso, come si genera siffatta corrente?

Io mi tengo pago di formulare questi quesiti e, non volendo uscire dal campo delle mie ricerche, mi astengo dal tentarne la soluzione.

Sistemi retico e triassico.

Considerazioni generali.

Ho già avvertito, per incidenza, che fra noi le assise retiche o infraliassiche offrono tale potenza e caratteri così spiccati da legittimare l'adozione del sistema omonimo. Per la *facies* litologica, questo sembra più strettamente collegato alle sottoposte assise del trias che a quelle soprastanti liassiche, dalle quali poi si discosta assai, per la sua fauna prevalentemente costituita di lamellibranchi e di gasteropodi.

Le formazioni infraliassiche offrono, sulle rive del Golfo della Spezia (negli altri punti della Liguria sono sì poco note che non giova tenerne conto), due distinti gruppi di rocce: nell'inferiore, si hanno calcari fossiliferi e lumachelle (al Pezzino) con *Avicula contorta*, calcari a granuli di quarzo (al Pezzino e a Fezzano) e un potente complesso di strati scistosi, fra i quali scisti marnosi, a *Bactryllium* e a *Myacites faba;* nel superiore, sono compresi calcari dolomitici, con marmo portoro e, al di sotto, la serie dei calcari fossiliferi del Tino e del Tinetto.

Tanto nella sua zona principale, che comprende il Finalese e si estende ad ovest e nord-ovest oltre lo spartiacque fino alla valle del Gesso, quanto in quelle distribuite lungo le alte valli della Roia e della Vesubia, nonchè nei lembi minori del Nizzardo, del Savonese, del Genovesato e delle vicinanze di Spezia, il sistema triassico è rappresentato da un potente complesso di strati che offre dal basso all'alto: 1.° scisti cristallini, principalmente cloritescisti e steascisti; 2.° anageniti e quarziti; 3.° calcari marmorei; 4.° calcari cavernosi e compatti, più o meno dolomitici.

Mentre gli scisti misurano localmente (nel Finalese) una potenza massima di 600 a 700 m., le quarziti e le anageniti raggiungono più di 400 m. di spessezza (fra le Alpi Marittime) e i calcari delle diverse varietà superano alquanto quella degli scisti. Il più delle volte questi calcari si presentano isolati o sovrapposti alle quarziti, mancando gli altri termini.

Nei calcari compatti ed arenacei si trovano fossili scarsi e mal conservati; pochi esemplari furono rinvenuti anche nelle quarziti, ove esse assumono forma scistosa. Gli scisti e le anageniti non fornirono ancora avanzi organici. Causa la deficienza del sussidio paleontologico, non è ancora certo il posto che spetta nella cronologia a ciascuno dei termini summentovati. È però da avvertirsi in proposito che, parecchi anni addietro, il prof. C. Bruno scoprì nei calcari dolomitici di Villanova di Mondovì, i quali, per Frabosa, Bossea, Garessio, Zuccarello, si continuano, salvo lievi interruzioni, con quelli del Loanese e del Finalese, alcuni fossili indubbiamente pertinenti al trias medio, in ispecie encriniti, giroporelle e gasteropodi del genere *Chemnitzia*. Di poi, in uno dei punti più elevati delle Alpi Marittime, alla Scaletta presso l'Argentera, Portis segnalò l'*Encrinus liliiformis* del *Muschelkalk*. Zaccagna raccolse pure resti organici mal definiti, riferibili allo stesso piano, alla Madonna di Monserrato sopra il Borgo S. Dalmazzo, sotto il Monte Corto presso Tenda, al Bric Santon sopra Mombasiglio, ed altri, che spettano alla parte superiore della serie, sopra Roaschia, al Monte Sapè, che so-

vrasta a Vernante, e al Monte Corno di Valdieri. Da questo ultimo punto egli ottenne vestigia di *Phragmoleuthis*, paragonabili a quelle del *P. bisinuata* degli strati di Raibl. Alcuni ritrovamenti di fossili ebbero luogo più tardi, come si vedrà, in varie parti della Liguria Marittima.

Da quanto si può argomentare, colla scorta della stratigrafia e della paleontologia, gli scisti, le anageniti e le quarziti spetterebbero al piano inferiore o vosgiano, i marmi e i calcari dolomitici si riferirebbero quasi esclusivamente al piano medio o franconiano, mentre al superiore o keuperiano sarebbero solo da ascriversi assise poco potenti di calcari a lastre, ceroidi, e di calcari arenacei, segnalati in aree assai limitate della regione ligure. Per De Stefani, quest'ultimo piano comprenderebbe anche parte della serie ascritta da me al precedente.

In complesso, il sistema triassico della Liguria è analogo a quello delle Alpi Apuane, nel quale, tuttavolta, acquistano sviluppo assai maggiore i marmi, al di sotto dei calcari dolomitici, localmente denominati *grezzoni*.

In alcuni tratti della regione montana, situata a nord-ovest del nostro territorio, si trovano intercalate, alla base del vosgiano, lembi di pietre verdi (serpentine, eufotidi ecc.).

Si vedrà a suo tempo come le assise inferiori del trias si trovino per buon tratto in coincidenza con quelle del gruppo di Voltri (associate a serpentine ed eufotidi), che io, in altri lavori, considerai qual parte integrante del vosgiano, mentre rimango ora dubbioso circa il posto che loro si compete [1]. Tali assise triassiche si distinguono difficilmente, ad ogni modo, dal complesso di scisti cristallini, con pietre verdi, pertinenti ad esso gruppo.

Gli strati di cloritescisto del piano triassico inferiore,

---

[1] Pellati, Zaccagna, Mattirolo ed altri le ascrivono alla serie arcaica.

sono poco diversi nella composizione e nell' aspetto dagli scisti cristallini propri alla parte superiore del sistema permico. La analogia, limitata a piccole serie di strati, non nuoce tuttavolta alla distinzione dei due piani nel loro complesso.

Retico.

Liguria occidentale. — Il sistema retico o infraliassico, il quale si manifesta nel dipartimento del Varo, in Francia, con grossi banchi silicei e dolomie, superiormente, con una lumachella ricca di fossili della zona ad *Avicula contorta*, in mezzo, con calcari a piastrelle e marne verdi e nere, alla base, sembra poco sviluppato e mal definito nella Liguria occidentale.

Secondo la carta dell' ufficio geologico francese, il retico spunta per breve tratto, sotto la formazione giurassica, a nord-est di Mentone, lungo il confine del regno, presso Castel del Lupo, presentando calcari marnosi fissili, con *Avicula contorta* e *Plicatula intusstriata*.

Al Passo di Nava, un calcare bigio e rosso, segnalato dallo Zaccagna, accenna all' infralias, tanto per la posizione quanto per l' aspetto; ma fin qui la sua determinazione rimane incerta, non essendo avvalorata da documenti paleontologici. Sarà còmpito dei futuri investigatori di verificare se, come credo, si trovano in altri punti della Liguria montana assise sovrapposte al trias, riferibili al retico o al giuraliassico.

Liguria orientale. — La zona secondaria più volte menzionata, che corrisponde all'asse della catena montuosa da cui è limitato ad occidente il Golfo della Spezia, incomincia, come può vedersi dalla carta geologica, agli isolotti Tino e Tinetto, entrambi formati di rocce retiche, si continua colla Palmaria, pur costituita delle medesime rocce e si estende perfettamente rettilinea, da sud-est a nord-ovest, fino alle adiacenze di Casale, ove si termina in punta smussata. Per più di una metà della sua larghezza, questa zona risulta di

assise pertinenti al retico. Presso Cassana, emerge dalla formazione eocenica, ivi dominante, una piccola isola di calcari spettanti al medesimo sistema.

Si è già più volte notato che la detta zona presenta per gran tratto della sua lunghezza una completa inversione della serie stratigrafica; ciò dipende da che questa serie costituisce una gran piega anticlinale, in parte coricata a N.E. L'inversione si manifesta solamente cominciando dai monti Parodi e Verugola, verso sud-est, cioè fino all'estremità del promontorio. A nord-ovest dei detti monti, la piega assume poco a poco un andamento normale. Il mutamento nella immersione degli strati non si produce bruscamente, ma secondo una curva, che il Canavari qualifica opportunamente coll'aggettivo di elicoidale e si manifesta in principal modo nel tratto compreso fra il Monte Parodi e la Valle del Biassa.

La disposizione rispettiva delle assise, nella serie ora accennata è indicata all'ingrosso (prescindendo dalle minori pieghe e contorsioni) nella sezione seguente, dovuta per la metà occidentale al Capellini (fig. 11); e meglio si vede dalla sezione data da Zaccagna nella memoria precitata del prof. Canavari, alla pag. 118.

In altra sezione, condotta dall'ing. Zaccagna fra il Capo di Monte Negro e i monti Verugola, Parodi e Castellazzo, sezione comparsa nella memoria del Canavari (alla pag. 114), si vede rappresentata, con tutto il suo sviluppo la serie retica nel poggio di Sant'Anna, a Bersedo e al Monte Parodi. In basso, essa offre calcare cavernoso e brecciato (retico inferiore) che forma l'altura di S. Bernardo e giunge fino allo abitato di Torraca, ove sottentrano il calcare compatto e gli scisti fossiliferi, ivi assai potenti. A Bersedo, fondo di una piccola sinclinale, giace un lembo di calcare dolomitico biancastro, il quale costituisce il sommo della pila di strati pertinenti al retico, ed ha il suo riscontro al Monte Parodi, corrispondente al fianco occidentale di una grande anticlinale mozzata, contigua alla sinclinale testè menzionata.

Se dal piano alluviale della Spezia si sale al Monte Pa-

rodi (alto m. 673) per la nuova strada militare, si incontra

Fig. 11.

Sezione del Golfo della Spezia fra lo Scoglio Ferrato e la riva sinistra della Magra.
(La parte occidentale è di Capellini, la orientale di Issel).

1. Calcari, quarziti, anageniti (triassico inferiore); 2. Calcare dolomitico, portoro, calcari neri e grigi ad *Avicula contorta*, scisti a *Bactryllium* (retico); 3. Calcare grigio chiaro con scisti lionati, ammonitiferi (liassico inferiore); 4. Calcare con arietiti (liassico medio); 5. Scisti varicolori con *Estheria* (liassico superiore); 6. Scisti varicolori con *Aptychus* (giurassico); 7. Scisti rossi e verdi ecc. (eocenico); 8. Scisti galestrini, calcare, macigno (eocenico); 9. Argille e conglomerati (miocenico); 10. Conglomerati (pliocenico).

dapprima calcare cavernoso, grigio, a stratificazione oscura,

il quale in alcuni tratti apparisce come brecciato (trias medio). Più innanzi, si trova, giacente su questo, un' altra varietà di calcare pur bigia, ma più compatta e spesso venata di bianco (retico inferiore). La roccia presenta da principio strati sottili, pieghettati e contorti, tra i quali sono intercalate sottili falde scistose di color rosso vino. Ad un certo tratto, essa acclude noduli limonitici. Gli strati, pendenti prima verso ponente, si fanno poscia orizzontali, quindi quasi verticali e pendenti a levante. Alla parte superiore della formazione infraliassica media (verso m. 600 d'altitudine), si vedono le stratificazioni intersecate di fessure, dirette quali nel senso della direzione, quali presso a poco normalmente ad essa; ivi l' immersione è ancora a levante con inclinazione risentita, prossima a 15°. Sopra questo livello, il calcare presenta grossi banchi compatti di color grigio, con screziature rosee, e a superficie tratto tratto ondulate. Superiormente ancora, s'interpongono, tra i calcari, scisti bigi, fissili; mancano qui i fossili che sono altrove tanto abbondanti. Segue la parte superiore del sistema retico, rappresentata da un calcare dolomitico ceroide, cinereo chiaro, quasi bianco, il quale in alcuni punti assume la struttura del marmo.

Se, lasciando a destra la vetta del Monte Parodi, si prosegue per S. S.O. fino a Biassa, si passa in rassegna gran parte della serie stratigrafica del promontorio occidentale del golfo, attraversando successivamente il lias, il titoniano e il cretaceo per giungere all'eocene.

Triassico.

Il sistema triassico, ben manifesto lungo il litorale tra Bergeggi e Ceriale, si estende, nell'interno, principalmente verso ovest, passando al di là dello spartiacque e protraendosi per lungo tratto, con zona frastagliatissima, spesso doppia, oltre la Valle del Tanaro, attraverso alle valli del Corsaglia, dell'Ellero, del Vermenagna e del Gesso; al di là del quale s' inoltra, verso nord-ovest, lungo i rilievi della por-

zione più settentrionale delle Alpi Marittime. Dalle rive del Gesso, un ramo della zona principale si volge a sud-est nella Valle della Roia. Da questa poi una propaggine diretta ad ovest e a nord-ovest si porta a quelle della Vesubia e della Tinea. Sparsi nel territorio di Savona, nelle Langhe, nel Genovesato e lungo la Valle del Lemme, si trovano poi altri lembi, riferibili al medesimo sistema, che sembrano residui di una falda, altra volta continua, in gran parte asportata da ingente erosione.

Al Mongioie, che fu principalmente esplorato da Zaccagna, si osservano sopra gli scisti talcoidi, associati alle quarziti (trias inferiore), calcari subcristallini, grigi, che passano a calcescisti e calcari a lastre; sopra questi giacciono i noti calcari dolomitici del tipo di Villanova, cioè calcari nerastri brecciformi a piccole vene di calcite bianca, calcari bigi chiari, duri, a frattura prismatica e calcari biancastri (trias medio). I calcari nerastri inferiori si cangiano localmente in una specie di portoro, che viene escavato presso il Ponte di Nava. Superiormente, giace un calcare grigio scuro a scheggie e infine un altro calcare compatto, subcristallino, ceroide, bianco, grigiastro o roseo (trias superiore).

In alcuni punti, alla base dei calcari del tipo di Villanova, si danno carniola e gesso. Furono segnalati, la prima, nella Valle di Carnino, sopra Valdieri, alla Testa del Pinet ecc., il secondo, presso Saorgio, a Balestrino ecc.

Sotto il Colle di Tenda, le balze traversate dalla via rotabile sono di una dolomia cristallina, bianca e rosea, che vuol essere ascritta allo stesso livello. Allo sbocco della galleria forata in servizio di essa via rotabile, vi ha pure una piccola massa di gesso.

Al livello delle quarziti e quindi al confine fra il permico e il trias « sembrano doversi riferire, scrive lo Zaccagna [1],

---

[1] *Sulla geologia delle Alpi Occidentali.* Boll. del R. Comit. geol., anno 1887, n. 11 e 12 (pag. 57 dell'estratto).

le piccole masse di serpentina che affiorano in più luoghi del versante settentrionale delle Alpi Marittime, che trovansi per solito inserite negli scisti talcoidi grigi e nei calcescisti, come a Poggicosta e Mombasilio presso Ceva, a Torre di Mondovì, a Pianfei, a Boves e a Roccavione. »

Il medesimo autore osserva che l'anagenite, essendo corrispondente al verrucano della Toscana, si ascrive abitualmente al permico, mentre le quarziti soprastanti già si possono connettere al trias inferiore, secondo i criteri messi in opera dai geologi lombardi e tedeschi. Ma, le due rocce passando gradatamente l'una all'altra, si rende ardua una precisa distinzione.

Le quarziti e anageniti hanno quasi sempre in Liguria minore sviluppo che non fra le Alpi Marittime, ove raggiungono potenza media di 400 m.

A Frabosa, il calcare di Villanova è rappresentato da vero marmo che si estrae quale pietra decorativa, così al Monte Berlino e presso Garessio. Il marmo del Moncervetto, sopra Frabosa, sarebbe riferibile invece alla zona scistosa delle quarziti.

Zaccagna nota che la presenza del marmo nel calcare di Villanova coincide sempre con grande ristrettezza delle pieghe stratigrafiche, nelle quali il marmo stesso rimane compreso: da che si potrebbe inferire che la conversione del calcare in marmo è dovuta a cause meccaniche.

Una spiegazione analoga si potrebbe formulare rispetto alla genesi delle rocce marmoree del Finalese e dei territori limitrofi, le quali si trovano nelle medesime condizioni e sono riferibili alla stessa epoca. Debbo però dichiarare in proposito che, mentre non revoco in dubbio la realtà del metamorfismo per azione meccanica, *qual fenomeno locale*, verificatosi nella porzione più fortemente compressa di certe stratificazioni, reputo prodotta da cause affatto diverse la conversione in marmo che si osserva, non per eccezione, ma generalmente, alla base della serie calcarea del trias medio,

in tutta la Liguria occidentale, come nella Lunigiana e in Toscana.

La condizione capitale da cui dipende la genesi di tali rocce cristalline, va ricercata innanzi tutto, a parer mio, nella originaria struttura organica, poi in un lavorio molecolare, provocato nella massa dall' azione delle acque superficiali. In altre parole, quei calcari erano altre volte adunamenti di polipai o di alghe incrostanti e raggiunsero grado grado lo stato loro presente, nel modo stesso pel quale avvenne la conversione in calcare dei depositi di coralli e di litotamnie recenti. Per quanto ha tratto alla analisi fisico-chimica del fenomeno, mi piace additare al lettore gli studi del dott. G. Walther che nulla lasciano a desiderare [1]. Aggiungerò soltanto, per conto mio, che, rispetto ai coralli, ho avuto agio di osservare, nei suoi vari stadi, le tracce di siffatto lento metamorfismo, esaminando i banchi coralliferi quaternari del Mar Rosso (specialmente quelli dell' isola di Dahlac), in cui si vedono i polipai quasi intatti alla superficie, ridotti a due o tre metri di profondità in calcare compatto, e a profondità maggiore, per alcuni tratti, già tramutati in calcare cristallino, destituito affatto di struttura organica. Nei banchi di coralli fossili dei pressi di Sassello, lo stesso mutamento più o meno completo, si osserva ad ogni piè sospinto e giunge a tale, in alcuni punti, da occultare la origine e l' età della roccia cristallina che ne risulta. Nel caso del trias ligustico, gli organismi che diedero origine agli adunamenti calcari furono, secondo ogni probabilità, alghe incrostanti, anzichè coralli.

Lungo la strada maestra da Albenga ad Erli, si osservano in condizioni assai favorevoli i termini della serie triassica media e inferiore, dai più recenti ai più antichi. Oltrepassati

---

[1] Zeitscrift der deut. geol. Gesellschaft, Jahrg. 1885.

i depositi pliocenici del Neva, si incontrano ai due lati della via calcari dolomitici grigi, in strati regolari. Il primo forte di sbarramento di Zuccarello è fondato sopra calcare un po' cavernoso e di color cinereo chiarissimo; il secondo forte ha per base una roccia consimile, ma di color più scuro e tutta venata di calcite. Oltre il paese di Zuccarello, si danno calcescisti pieghettati, un pò quarzosi; quindi, sotto Castelvecchio di Rocca Barbena, affiora lungo la strada, marmo bianco, a grana minuta, in strati regolari, alla base dei quali sono intercalati straterelli di talcoscisto (?) violaceo; succede a questo complesso, scisto cristallino (idromicascisto), poi un banco di puddinga a piccoli cogoli di quarzo e a cemento talcoide (una vera anagenite), la quale riposa sopra cloritescisto verde, contenente noduli rossastri.

Lungo la via che conduce da Toirano a Balestrino, si possono osservare quasi tutte le varietà di roccia pertinenti al sistema triassico, ma, a causa delle contorsioni degli strati e pel tracciato irregolare della strada, è difficile di riconoscere l'ordine originario della loro sovrapposizione. Queste rocce sono: scisti cristallini bruni, conglomerati a cogoli di quarzo, imperfettamente arrotondati e a cemento siliceo verdastro, quarzite, carniola (in piccola quantità), calcare a strati sottili di color azzurro scuro, venato di calcite spatica, calcare magnesiaco, bigio, compatto, a stratificazione oscura (roccia usufruttata per fabbricare calce). Se da Balestrino (a m. 370) si raggiunga il varco per cui si passa alla Valle del Varatiglia, varco denominato in vernacolo *Bocchin de Prae* (m. 140), traversando le cave di gesso che si aprono a nord del paese, si trova una serie stratigrafica che offre, dal basso all'alto: scisti rasati, plumbei (idromicascisti ?), inferiormente quarzosi e nodulosi; quarzite scistosa con gesso, calcare venato a strati sottili, calcare dolomitico bigio da calce, calcare arenaceo, fossilifero, a strati ben distinti.

La quarzite scistosa è granulare, di color carneo o giallastro e, sotto l'influenza degli agenti atmosferici, va soggetta a disgregarsi, riducendosi in sabbia e detriti. Essa ricetta,

alla parte superiore, piccole vene ed amigdale di gesso che secondano d'ordinario l'andamento della stratificazione. In alcuni tratti, la roccia è propriamente impregnata di gesso.

Le assise gessose, la cui direzione e pendenza variano assai tra un punto e l'altro, discordano evidentemente coi calcari sovrapposti. Al varco summentovato, il calcare arenaceo fossilifero, in strati diretti da N. N.O. a S. S.E. e quasi verticali (appena pendenti a N. N.E.), riposa su quarziti scistose presso a poco orizzontali. Questo calcare contiene gran numero di piccoli crinoidi, avanzi di alghe incrostanti (*Gyroporella*) e rari gasteropodi, appartenenti ai generi *Chemnitzia*, *Phasianella*, *Turritella*, ecc. (fig. 15). I fossili appariscono solo come sezioni biancastre, silicee, sporgenti dalle superficie rocciose, che rimasero lungamente esposte all'azione delle intemperie. Ritengo che la roccia di cui si tratta debba ascriversi ad uno dei termini inferiori del piano keuperiano; ma i fossili non porgono fin qui che debole appoggio al mio riferimento.
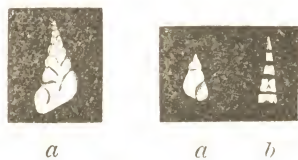
Fig. 15.

Fossili del trias superiore di Balestrino: grand. nat.
a, *a* Sezioni di due sp. di *Chemnitzia*. *b* Sezione di *Turritella*.

I monti del territorio di Toirano e di Loano sono in gran parte costituiti di calcari dolomitici, simili a quelli giá ricordati, giacenti su quarziti e scisti cristallini. In prossimità della cascina di Castagnabanca, sopra Verzi, ebbi ad osservare un affioramento di quarziti scistose e friabili, contenenti numerose impronte bivalve, traversalmente solcate, che credo riferibili al genere *Estheria* (fig. 16). Altri suppone che possano appartenere, invece, alla *Myacites Fassaensis*; ma negli

esemplari da me osservati le valve sembrano più allungate e più convesse che non in questa specie.
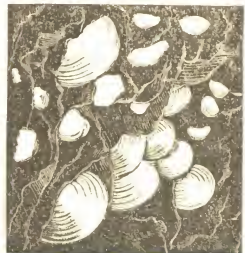
Fig. 46.

Estheria (?) fossili nella quarzite scistosa presso Loano: grand. nat.

A Pietra Ligure, massime nelle adiacenze del camposanto e nella cava prossima alla stazione, il calcare triassico assume i caratteri di un marmo ceroide, di color carneo traente al giallastro. Superiormente, la roccia si fà meno cristallina e cavernosa, come può vedersi lungo la via che conduce a Ranzi.

Nei pressi della stazione ferroviaria di Borgio Verezzi, il calcare, di color bigio cenere all' esterno, più scuro e traente all' azzurro all' interno, si adopera a fabbricar calcina. Superiormente, questo calcare acquista tratto tratto una tessitura cavernosa e sembra più soggetto che altrove all'azione dissolvente delle acque, cui si debbono le numerose anfrattuosità e caverne che vi sono scavate. Se, muovendo dalla duna delle Arene Candide, si imprende l' ascensione del Monte Caprazoppa, si osserva da prima calcare dolomitico più o meno cavernoso, poi, a poco più di un centinaio di metri di altezza, calcare azzurrognolo a sottili strati, sovrapposto al primo; quindi, superiormente, un calcare arenaceo, grigio, a lastre (simile a quello di Balestrino), che credo triassico superiore. In questo calcare furono segnalati resti di crinoidi e lievi tracce di vegetali appartenenti al genere *Diplopora*. Subordinatamente, è da notarsi in esso l' interposizione di

una sottil falda di scisti cloritici arenacei. Alla parte più elevata del monte, si adagiano sulle rocce triassiche le assise della pietra di Finale.

Seguendo la via maestra che conduce da Finalmarina al Colle di Melogno e quindi a Calizzano, si può passar in rassegna tutta la serie stratigrafica del trias, che si manifesta in sezioni parte naturali parte artificiali, praticate cioè per dar luogo alla strada. Siccome gli strati sono generalmente pendenti verso il litorale, salendo per quella via, compariscono da principio i termini superiori della serie, cui fanno seguito successivamente i più antichi. Attraversata una serie potente di calcari dolomitici, si osserva che ad un certo punto, a circa 3 chilometri dal mare, questi riposano sopra una quarzite bianca assai tenace; poscia, verso Gorra, sottentra alla quarzite una bella serie di scisti cristallini, principalmente cloritescisti e steascisti, che si protrae per lungo tratto, cioè fino ad un punto situato a mezzogiorno della Rocca delle Torrette, punto ove è addossata alla formazione permica.

Gli scisti sono variabilissimi nell' aspetto e nella composizione, presentandosi più o meno ricchi di quarzo, di clorite, di steatite e di ossidi metallici. Noterò, fra le principali, una varietà rossastra, che produce col suo sfacelo terra ocracea di color mattone, e si osserva presso Gorra, ed un' altra bianca, nella quale è dominante la steatite, che s' incontra alle Trincee.

Credo che tali scisti non costituiscano una pila continua, come a prima giunta potrebbe parere, ma ricompariscano due o tre volte lungo la via, per effetto di pieghe accusate dalle immersioni discordanti nei vari punti.

A Finalpia, presso la villa Bonfiglio, ed oltre, ove la via nazionale attraversa una piccola galleria, la roccia è nuovamente cristallina come a Pietra Ligure; si tratta di un marmo bigio, screziato di vene biancastre. Più innanzi, verso levante, si vedono spuntare, sotto i calcari, scisti cloritici, i quali, fra

i caselli ferroviari n.° 56 e n.° 57, presentano vene e mosche di epidoto compatto o pistacite.

Presso Pino, s' incontra un calcare ceroide, giallastro, sul quale osservai rilievi che accennano a residui fossili e sono probabilmente modelli di conchiglie bivalvi. A Varigotti, è notevole un calcare azzurro scuro, brecciato. Oltre il piccolo promontorio di Varigotti, si trovano quarziti a grossi banchi ondulati, con pendenza generale verso N. E., poscia calcari dolomitici assai contorti. Alla radice del Capo di Noli, i calcari offrono un complesso di grossi strati inclinati a circa 45° verso N.O.; ma ben presto muta il senso della pendenza, talchè alla punta estrema del capo, gli strati (divenuti marmorei) si immergono a S. E.

Sarebbe superfluo lo enumerare le varietà litologiche che si danno lungo il litorale tra Noli e Spotorno, tra Spotorno e Bergeggi. Di contro all' isolotto di questo nome, i calcari presentano piccole pieghe e contorsioni, le quali costituiscono vere *S* assai stipate (in alcuni punti in numero di cinque o sei nello spazio di una ventina di metri). Essi pendono ora ad est, ora a nord-est, ora a nord (presso Bergeggi) e, da lontano, sembrano sottoposti alle quarziti; ma, osservando la formazione da vicino, si vede che sono invece soprastanti.

L' isolotto stesso di Bergeggi, tutto formato dei medesimi calcari, merita particolar menzione perchè, durante il congresso geologico di Savona, vi si raccolsero alcuni avanzi di crinoidi e di brachiopodi [1], per verità poco distinti, ma di cui convien tener buon conto, stante la deficenza di avanzi organici ben conservati nelle rocce di questo sistema.

Piccoli lembi di calcare dolomitico triassico si trovano disseminati, come dissi, nel territorio di Savona e nelle Langhe, quali giacenti sulle rocce del gruppo di Voltri, quali sul per-

---

(1) De Stefani crede di aver ravvisato, fra i primi, *Encrinus granulatus*, e, fra i secondi, *Retzia trigonella* ed una *Rhynchonella*.

mico. Ve ne ha uno sulle rive della Bormida fra la cascina Rocco e il Molino di Millesimo; un altro più piccolo occupa il Bricco della Feja; due si trovano a mezzogiorno di Biestro; uno, assai piccolo, spunta dal conglomerato fra Carcare e Millesimo. Sono ancora da noverare: la massa di Santa Margherita, presso Cairo, sulle due rive della Bormida e principalmente sulla sinistra, cinque o sei piccoli affioramenti presso Bragno e alle falde del Monte Gos, un lembo a Camponuovo, due al Bricco Castlas, un altro, più meridionale, al Monte Prà, quelli situati presso la Crocetta e Cima la Biscia, uno sul versante meridionale del Bricco del Giogo e prossimo a Corona ed uno, infine, a Pra Spergiurà, non lontano dal Passo del Giovo di Santa Giustina. Vuol essere poi particolarmente ricordato un piccolo ammasso di pietra da calce, situato al Monte Moro, lungo la via che mette da Savona ad Altare, notevole perchè vi abbondano le tracce di alghe incrostanti (*Gyroporella*), caratteristiche del trias. Queste tracce consistono in piccoli cerchietti (di due o tre millimetri di diametro) che si staccano in chiaro sul fondo bigio della roccia (fig. 47).
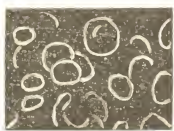
Fig. 47.

Aspetto del calcare a *Gyroporella* del Monte Moro: grand. nat.

Se, partendo da Bragno, si segue il sentiero lungo il Rio dei Gallucci, dopo aver attraversato un suolo costituito di svariati scisti cristallini, bizzarramente ripiegati e contorti ([1]), si giunge alla base della formazione calcarea, che è rap-

([1]) La direzione generale di questi scisti è da N.O. a S.E., l'immersione a S.O.

presentata da piccole masse di calcare dolomitico, cristallino, marmoreo a grana sottile, di color bigio chiaro. Continuando a salire, si trovano altri piccoli affioramenti di calcare, spettanti al medesimo orizzonte, in cui la roccia assume struttura ceroide e color luteo chiaro, come di pietra litografica, o pure si fa giallastra con venature bianche e grigie. Al crinale del monte, non lungi dalla vetta del Monte Gos, il calcare, che qui spetta ad un livello superiore a quello della varietà marmorea, si converte in una vera dolomia bianca, ruvida al tatto, la quale, sotto l' influenza degli agenti atmosferici, diventa alla superficie come farinacea: essa ha la proprietà di emanare odore bituminoso colla percussione [1]. Dalla presenza di certi piccoli rilievi irregolari, alla superficie di questa roccia, sospetto che essa accolga tracce di corpi organici; le mie ricerche allo scopo di rinvenirvi fossili determinabili furono però vane.

Il calcare del Monte di Santa Margherita presso Cairo, è, al solito, di color grigio cenere, traente all' azzurro, piuttosto duro, ma non molto tenace, e si rompe irregolarmente sotto i colpi di martello. Esso costituisce una massa di circa m. 130 di potenza, con stratificazioni ben distinte, ripiegate e contorte in vari sensi, le quali, localmente, appariscono orizzontali. Alla base della formazione calcare, di contro al passaggio a livello della ferrovia, si vedono scisti cristallini antichi. Al Bricco della Feja e a monte del Mulino di Millesimo, il calcare è bigio traente all' azzurro, duro, fragile e si mostra spesso, nei suoi affioramenti, logorato dall' erosione e forato dai litodomi. A quanto mi disse il rev. Don Perrando, i calcari che s' incontrano fra il Monte Loco e il Passo del Bonomo, sarebbero associati a masse di gesso, di cui si troverebbero saltuariamente pezzi erratici nei burroni dei pressi di Corona.

---

[1] Osservai la medesima proprietà anche in certi calcari dolomitici della valle del Varatiglia sopra Toirano, dei pressi di Balestrino e delle vicinanze di Spotorno.

L'associazione del gesso al calcare dolomitico avvalora il modo di vedere adottato circa il posto che si addice nella scala cronologica a questa formazione. Ognuno sa, infatti, che il gesso accompagna quasi costantemente il *Muschelkalk* medio o superiore in Germania, nel Belgio, fra le Alpi occidentali, ecc.

Il calcare della massa di Camponuovo è di color grigio traente all'azzurro, più duro e più fragile di quello di Cairo. In alcuni punti, ha frattura aspra al tatto che si direbbe arenacea. Ivi, è aperta una cava e si trova una piccola fornace per calce.

Il calcare di Cogoleto presenta, secondo i punti, caratteri svariati. In gran parte, esso è compatto, omogeneo, piuttosto duro, ma poco tenace, a frattura ineguale, e questa è la varietà più ricercata come pietra da calce; altrove è scistoso, pur conservando gli altri caratteri, e diventa bigio-cinereo, duro e a grana cristallina più o meno minuta. Spesso contiene articoli di crinoidi che si manifestano con macchiette rotonde, bigie o bianche, in mezzo alle quali si osserva un forellino. In alcune varietà, la roccia si fa untuosa al tatto perchè pregna di talco. Il calcare cristallino o ceroide e il talcoso si trovano per lo più alla base della formazione, lo scistoso al sommo della medesima. In alcune cave, si trovano entro la pietra da calce, piccole cavità ingemmate di minuti romboedri di calcite, cui si associano talvolta gruppi aciculari o fibroso-raggiati di aragonite.

Nella cava situata lungo l'antica via di Scierborasca, a monte di tutte le altre, si vedono succedersi nell'ordine discendente: 1.° calcescisti; 2.° calcari da calce; 3.° talcoscisti (pochi straterelli); 4.° serpentina normale; 5.° talcoscisti [1].

---

[1] Non è certo che le rocce ricordate in questo capitolo come talcoscisti, sulla fede di appunti ormai antichi, non sieno invece idromicascisti. La determinazione degli scisti cristallini essendo mal sicura senza

Le stratificazioni di calcare concordano quasi sempre con quelle dei talcoscisti, che appartengono verosimilmente, colla serpentina interclusa, al gruppo di Voltri.

Presso l'abitato di Arenzano, a fianco della villa Pallavicini, si osserva un piccolo affioramento di calcare da calce, analogo a quello di Cogoleto, nel quale sono aperte escavazioni. A settentrione, il masso calcare è limitato da quarzite, alla cui base sono intercalati sottili straterelli di talcoscisto lucente ed untuoso. Questo somiglia ad una delle varietà pertinenti al gruppo di Voltri: ma l'ing. Zaccagna crede che si tratti di apparenza fallace. Sulla riva del mare, vengono a mancare le rocce summentovate e si osservano, invece, scisti cristallini, micacei e cloritici, indubbiamente riferibili al gruppo di Voltri, la cui stratificazione discorda con quella dei calcari. In complesso, sembra, che ad Arenzano, il masso calcareo-quarzoso sia come adagiato sopra un suolo di scisti cristallini e serpentina, più antico e a superficie anfrattuosa.

A levante delle piccole isole calcareo-dolomitiche di Cogoleto ed Arenzano, il calcare triassico ricomparisce nei pressi di Sestri Ponente, per risalire verso settentrione lungo la linea di coincidenza delle zone ofiolitiche terziaria ed antica fra le quali s'interpone. Questo calcare, con notevole costanza di caratteri, costituisce una serie di lembi allungati, fra Sestri e Voltaggio, serie largamente interrotta nel tratto compreso fra il Monte San Carlo e il torrente Acque Stregate [1]. I lembi principali corrispondono al Monte del Gazo, al Monte Torbi (o dei Torbi) e al Monte S. Carlo [2].

---

il sussidio della petrografia, convien diffidare delle denominazioni fondate sui caratteri esterni, quali si ritenevano sufficienti pochi anni sono.

[1] Siffatta denominazione è impropriamente mutata, nelle carte topografiche militari, in quella di *Acquestriate*.

[2] *Nota sulla zona di coincidenza delle formazioni ofiolitiche, eocenica e triassica della Liguria occidentale.* Bollettino del R. Comitato geologico, anno 1884, n. 1-2.

Circa i caratteri e i rapporti della formazione, trascriverò alcuni cenni recati, nella memoria citata, dal Mazzuoli e da me.

« Questo calcare ha un colore bigio cenerognolo, traente all'azzurro; è cavernoso e le sue cavità sono spesso rivestite da calcite incrostante. Talvolta lo si vede ridotto in frantumi, i quali, solidamente cementati, formano una breccia molto resistente. Esso manca quasi sempre di quelle venature spatiche, così frequenti nei calcari eocenici; invece, presenta spesso, alla superficie, un reticolato rugoso caratteristico. Dà calce di ottima qualità. Le sue stratificazioni sono d'ordinario confuse e non facili a determinare. Però, nella parte alta del versante orientale del Monte del Gazo gli strati calcari quasi verticali, appariscono abbastanza regolarmente diretti verso N. 30° E. con leggera immersione verso ovest. Invece i calcescisti eocenici del versante opposto, presso la casa Gianchetta, sono diretti verso N. 40° O. ed inclinano a N. 50° E., ciò che porge un bell'esempio di discordanza stratigrafica fra le rocce delle due età. Dobbiamo poi soggiungere che il calcare del Gazo, passando sul versante sinistro del Chiaravagna, perde la sua regolarità stratigrafica e si presenta ripiegato e contorto. Sotto la casa Restano, i ripiegamenti assumono la forma di un S ad ampie curvature, ed è sulla parte superiore di queste curve che si adagiano gli scisti eocenici, insieme al primo interstrato serpentinoso già descritto (vedasi la figura 48).

« Anche al Monte S. Carlo il calcare antico si manifesta, sul versante orientale, con testate quasi verticali, dirette all'incirca verso N.E., con leggera immersione verso ovest; e lungo il Rio Recreusi, poco sotto Pietra Lavezzara, apparisce in modo molto chiaro la discordanza stratigrafica tra quel calcare e gli argilloscisti eocenici, i quali inclinano con lieve pendenza verso levante.

« Il calcare dolomitico, di cui trattiamo, è d'ordinario ricoperto dai sedimenti eocenici; però nella valle del Larvego, in una cava aperta sul versante destro del Rio Marasso per il servizio di una fornace da calce, al calcare è immedia-

tamente sovrapposta la serpentina eocenica, in mezzo alla quale stanno interclusi alcuni straterelli di scisto argilloso.

Fig. 18.

Pieghe del calcare triassico al di sotto della Casa Restano, sul torrente Chiaravagna (Mazzuoli e Issel).

« Al di sotto del calcare, si hanno gli scisti grigi, talcosi o la serpentina antica. Un bell'esempio di sovrapposizione del calcare alla serpentina antica può vedersi sotto la casa Burran, a un chilometro e mezzo a N.O. da Isoverde. Talora accade che il calcare antico si trova completamente circondato dagli scisti argillosi. In simili condizioni, esso ci rappresenta evidentemente i resti di punte isolate, di scogli emergenti dai mari eocenici. Questo fatto si verifica per quella massa calcare situata in vicinanza e a ponente di Voltaggio e che forma l'estremità dello sperone che separa la valle del Lemme da quella del Morsone ».

Il masso di calcare dolomitico di Voltaggio offre tracce di una piega coricata assai schiacciata, nella quale si trova impegnata una falda di calcescisto eocenico; dello stesso calcescisto di cui è coperto esso calcare, a settentrione del castello diroccato che domina il paese. Si è sopratutto nella cava a ponente sul torrente Morsone che questo fatto apparisce manifesto. Le due rocce sono poco diverse nei caratteri litologici,

talchè non è dato discernerle senza un esame diligente. Tuttavolta, differiscono profondamente nella composizione chimica, come risulta dalle analisi qui appresso trascritte, istituite
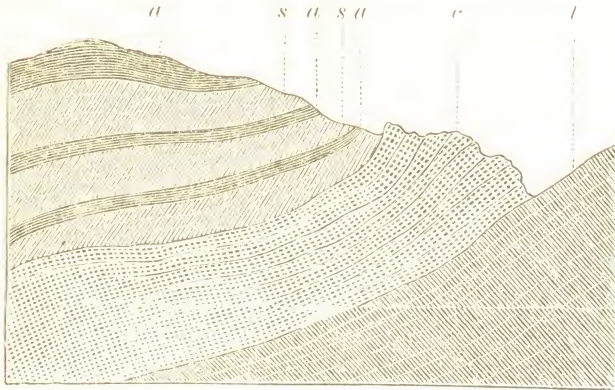
Fig. 49.

Sezione desunta dalla cava di pietra da calce di S. Martino di Paravanico, sul Rio Marasso. *a* Scisto argilloso eocenico. *s* Serpentina scistosa. *c* Calcare triassico. *t* Scisto cristallino (Mazzuoli e Issel).

sopra due esemplari di analogo aspetto e raccolti a breve distanza l'uno dall'altro:

Composizione centesimale del calcescisto eocenico (secondo il prof. G. Foldi)

Silice	12, 94	16, 24
Allumina e ossido di ferro	2, 51	
Calce	0, 79	
Carbonato di calcio		81, 90
Carbonato di magnesio . . .		1, 58
		99, 72

Composizione centesimale del calcare triassico (secondo il dott. G. Vignolo)

Carbonato di calcio. . .	66, 666
Carbonato di magnesio . .	21, 766
Residuo insolubile . . .	3, 733
Indeterminato	7, 835
	100, 000

Nei pressi di Voltaggio, si trovano altri due lembi triassici, l'uno maggiore, a settentrione, in gran parte situato sulle rive del Rio dei Frassi e prossimo alla via provinciale del Piemonte, il quale è tutto formato di calcare dolomitico da calce molto fissile, l'altro, minore, a mezzogiorno, situato sul torrente Acque Stregate, e che risulta di calcare ceroide e di carniola.

Dopo quanto esposi intorno alla serie stratigrafica dei monti che limitano il Golfo della Spezia, credo potermi dispensare dal descrivere qui la formazione triassica di quel territorio, la quale, con maggiore potenza nella quarzite, riproduce la successione stratigrafica già illustrata, trattando della Liguria occidentale.

Fossili e Minerali.

Fossili. — I fossili della formazione infraliassica dei dintorni del Golfo della Spezia furono illustrati dal Capellini, il quale passò in rassegna, in un primo lavoro, 83 specie di cui 12 già note precedentemente [1], e in uno successivo [2], un numero alquanto maggiore; cioè: un ittiolito (il *Dipterus macrolepidotus* Agas.); un cefalopodo, l'*Ammonites nanus*; 34 specie di gasteropodi, tra i quali 15 nuovi; 59 acefali, di cui 9 non ancora descritti; 5 anellidi, uno dei quali nuovo; un crostaceo denominato con dubbio; 4 echinodermi già noti; 9 polipai di cui 3 non erano conosciuti prima d'ora; 2 fucoidi nuove; una fillite indeterminata; 5 diatomacee del genere *Bactryllium*. La massima parte delle conchiglie ap-

---

[1] *Studi stratigrafici e paleontologici sull' infralias nelle montagne del Golfo della Spezia*. Memorie dell'Accad. delle Scienze dello Ist. di Bologna, serie 2.ª, tomo I. Bologna, 1862.

[2] *Fossili infraliassici dei dintorni del Golfo della Spezia*. Memorie dell' Accad. delle Scienze dell' Ist. di Bologna, serie 2.ª, tomo V. Bologna, 1886.

partiene a specie di piccole dimensioni e di forme poco variate ed ornate con parsimonia, come son quelle degli alti fondi.

Fig. 50.

Avicula contorta, Portlok, del Pezzino (Capellini) grand. nat.

Fig. 51.

Cardita Austriaca, Hauer, del Monte Carmo; grand. nat.

Presento qui le figure dell'*Avicula contorta*, Portlok, e della *Cardita Austriaca*, Hauer (fig. 50 e 51). La prima, non comune presso la Spezia, è altrove tanto copiosa che il suo nome fu scelto per distinguere gli strati che la ricettano. La seconda, rara nei giacimenti che somministrarono i fossili summentovati, è invece abbondante nel calcare nero del Monte Carmo a sud-ovest di Riccò. Finalmente, esibisco l'immagine di un avanzo organico vegetale, che è caratteristico delle assise retiche inferiori, nelle quali s'incontra in numero sterminato. Alludo al *Bactryllium striolatum* (fig. 52).

Fig. 52.

Bactryllium striolatum, Heer, del Monte Rocchetta (Capellini); ingrandito 9 volte.

Il Tino, il Tinetto, l'Isola Palmaria, la Grotta Arpaia, il Monte della Castellana, Coregna, i monti Santa Croce e Parodi, Bermego, il Pezzino, Fezzano, Marola, Grotta Lupara, Bianca (presso Capo Corvo) sono i punti o territori, d'onde provengono, per la massima parte, i fossili di cui ho fatto cenno. Questi fossili sono generalmente in cattivo stato e si conser-

graduata, al calcescisto eocenico, ed anche, alcune volte, al calcare triassico; perciò ritengo che sia generata da una alterazione locale di tali rocce. Presso il camposanto di Isoverde, il gesso acclude granuletti e piccoli ciottoli di serpentina. Più innanzi, fra il Rio Recreusi e Pietra Lavezzara, esso compenetra localmente una massa di oficalce, sostituendosi all'elemento calcare della medesima.

Le intercapedini e le fessure delle masse gessose d'Isoverde, sono talvolta occupate da lunghi, nitidi e limpidissimi prismi di selenite, spesso dotati di doppia geminazione, che si manifesta con un angolo rientrante alle due estremità. Nelle masse medesime s'incontrano cristalli imperfetti, nerastri (perchè inquinati di materie carboniose), a sfaldatura romboedrica, riferibili a dolomite impura [1].

Sistemi permico e carbonifero.

Considerazioni generali.

D'accordo con altri investigatori, che collaborano con me al rilievo geologico della Rivera di Ponente, reputo opportuno il riferimento al sistema permico di una estesa zona di rocce cristalline, stratificate e massicce, la quale, mentre costituisce gran parte del litorale fra Albissola Marina e Bergeggi, si protrae nell'interno, verso ovest e nord-ovest, fino al gruppo montano del Besimauda, quasi sempre fiancheggiata dalla

---

[1] L'analisi di tali cristalli, condotta dal dott. Lanza, diede:

Carbonato di calcio	29, 96
Carbonato di magnesio . . .	28, 56
Carbonato ferroso	0, 95
Solfato di calcio idrato . . .	39, 34
Silice, allumina e carbone . .	1, 19
	100, 00

formazione triassica, cui è manifestamente sottoposta. È poi ben palese la sovrapposizione di questa zona alle rocce carbonifere di cui dirò in seguito.

Quantunque rimanga non di rado incerto in Liguria il limite superiore del permico, rappresentato in alto da brecce quarzose e scisti cristallini, analoghi a quelli esistenti alla base del trias, i due sistemi sono nel loro complesso abbastanza distinti. Rispetto alla separazione tra il permico e il carbonifero, risulta il più delle volte ben netta, a causa del calcare ceroide o marmoreo che costituisce per estesi tratti il sommo del sistema carbonifero e per la natura arenacea delle rocce dominanti in esso sistema. La distinzione si fa meno agevole tra le assise permiche e le scistose del gruppo di Voltri, laddove si trovano in rapporto, come avviene lungo le rive del Sansobbia.

Il permico ci si presenta nella nostra regione con apenninite, scisti gneissiformi (con talco o clorite), gneiss mandorlati, scisti anfibolici, diorite e perfino con granito e porfido, rocce in ogni caso destituite di fossili [1].

La nostra apenninite [2], roccia gneissica, a plagioclasio dominante, corrisponde certamente per la posizione stratigrafica e probabilmente per la composizione mineralogica al gneiss verde del Monte Suretta (*Suretta-Horn*), presso il passo dello Spluga, il quale raggiunge colà un migliaio di metri di potenza ed è sottoposto ai calcari dolomitici e scisti del trias. Dal punto di vista stratigrafico, l'apenninite potrebbe

---

(1) De Stefani, ritenendo la formazione di cui qui mi occupo, anteriore al gruppo di Voltri, attribuisce dubitativamente le apenniniti, le quarziti idromicacee e silicee, i conglomerati grossolani quarzosi e gneissici, le anageniti, i grauwacke al periodo cambriano e le anfiboliti, le dioriti, le dioriti quarzifere porfiroidi, i micascisti alternanti colle anfiboliti, le dioriti e i graniti al periodo huroniano.

(2) Si troveranno più innanzi, intorno a questa roccia, maggiori schiarimenti.

anche considerarsi come equivalente al verrucano dei geologi di 30 anni fa.

Superiormente all' appenninite, si trova talvolta una anagenite grossolana, a cogoli quarzosi quasi sempre bianchi, raramente rosei, cementati da pasta resa verdognola da elementi cloritici o talcosi. È questa la roccia nella quale, sopra Viozene, sono intercalati strati di scisti quarzosi e talcosi, ora rossastri ora verdastri, e che costituisce colà ripidissime balze. Altrove, fra tali scisti più fini ed omogenei, si danno lenti di calcari cristallini od anche di veri cipollini.

Al medesimo livello compariscono in vari punti delle Alpi Marittime scisti grigi plumbei (a sericite?), calcescisti, calcari bardigliacei ecc.

Quanto al porfido, qui come in parecchi punti delle Alpi svizzere e lombarde, si mostra connesso, da una parte, agli scisti cristallini e alle quarziti più recenti del permico, dall' altra, alle rocce clastiche più antiche del trias, laonde la sua posizione sembra quella di un termine intermedio fra i due sistemi. Tutto considerato, e principalmente per l'analogia delle sue condizioni stratigrafiche con quelle che presenta in altre regioni più note, sembra che si possa legittimamente ascrivere al permico superiore.

Mancano criteri razionali per rintracciare, nel sistema di cui si tratta, i due piani che vi furono riconosciuti altrove. A questa divisione accenna forse, in Liguria, il fatto che nelle assise superiori prevale la forma litologica scistosa, mentre nelle inferiori dominano la gneissica e la granitica.

Il sistema carbonifero offre nella nostra regione una serie di lembi più o meno estesi, gli uni situati nell'alto Savonese, gli altri alle falde del Pizzo d'Ormea, del Mongioie e della Cima del Colme. Le rocce di cui risulta sono: alla parte superiore, calcari marmorei, non mangnesiaci e perciò ben diversi da quelli del trias, inferiormente, arenarie feldispatiche e conglomerati quarzosi con scisti grafitici interposti. Da alcuni fossili rinvenuti in questi ultimi (presso Viozene e nel territorio di Mallare), si inferisce che tutta la serie debba

attribuirsi al piano carbonifero superiore o litantracifero. Il calcare, quantunque fin qui non abbia somministrato fossili, si può considerare, per la sua posizione, come equivalente al noto calcare a fusuline. S' ignora se sia presente anche il piano inferiore od antracitifero, occultato dal soprastante.

Dei limiti del sistema, in alto, già dissi poco fa; circa i confini corrispondenti alla sua base, a mia cognizione, non furono ancora osservati.

Qualora la formazione ofiolitica antica e gli scisti che la accompagnano fossero posteriori al carbonifero superiore, questo piano costituirebbe nella zona litorale della Liguria la base della serie stratigrafica; ma, come si è avvertito, si può dubitare che essa formazione ofiolitica risalga invece a tempi anteriori al paleozoico e sia propriamente il *substratum* delle assise sopra enumerate.

Permico.

La zona che comprende la maggior parte delle formazioni permiche della Liguria, incominciando lungo il litorale fra Bergeggi e Albissola Marina, procede nell' interno verso ponente ed attraversa le due Bormide, il Tanaro, la Corsaglia, il Pesio, protraendosi fino al di là del Vermenagna. Dopo breve interruzione, essa ricomparisce nella valle del Gesso e si continua, poi, molto assottigliata, verso nord-ovest. I suoi confini, massime tra il Tanaro e il Vermenagna, sono frastagliatissimi: inoltre circonda, nella parte in cui ha maggior larghezza, lembi triassici e carboniferi.

Dal punto di vista delle relazioni tra la formazione permica e i terreni limitrofi, ha speciale interesse il confine della zona che passa per la Valle del Sansobbia, Sanda, Contrada e Corona e quello che da Bergeggi, per le pendici del Monte Alto, Riaño, Bardineto, Erli, si porta alla Valle del Tanaro.

Nel piano di Frejus, che trovasi fuori del territorio contemplato in questo libro, il permico si palesa sotto forma di

arenarie rosse, feldispatiche, e puddinghe ad elementi porfirici, attraversate talvolta (per esempio a Saint Raphaël) da dicchi di melafiro. Sottostanti alla formazione arenacea, si trovano, prima, scisti rossi, con filoni di piromeride, poi, conglomerati porfirici e gneissici, tra i quali sono intercalati straterelli scistosi a *Walchia*. Anche i conglomerati sono associati ad una roccia eruttiva, cioè ad un porfido quarzifero.

Questo complesso ha per base un sistema carbonifero ben caratterizzato, che si può osservare nelle valli del Reyran, e del Biançon.

Nella regione montana, le formazioni permiche acquistano grande sviluppo e potenza al Monte Besimauda. In vari punti delle Alpi liguri, come ho detto, esse accludono emersioni porfiriche, le quali risalgono verosimilmente agli ultimi tempi del periodo relativo, se pure non varcano i confini del trias. La roccia di queste emersioni suol essere a pasta rossa con grossi cristalli bianchi o rossastri; ma talvolta, come presso Viozene, assume una tinta verde cupa.

Presso il Colle di Tenda, sulla destra della Roia, si mostra il porfido con notevole sviluppo tra lo gneiss della Rocca dell'Abisso e il calcare triassico. Fra il porfido e lo gneiss, è per un certo tratto interposta una angusta zona di scisti permici, che si mostrano induriti e rubefatti per metamorfismo.

Fra il Capo di Vado e il lido prospiciente l'isolotto di Bergeggi, si osserva una serie stratigrafica assai istruttiva, che comprende dal basso all'alto i termini qui appresso enumerati:

1.° Apenninite granitoide, verdastra, a grossi elementi, con *facies* d'eufotide (alla gran cava di pietre) [1];

---

[1] Ivi, il piccolo promontorio presenta stratificazione confusa: sembra che gli strati pendano da un lato in un senso, dall'altro nel senso opposto.

2.° Scisto verde a mandorle e vene di quarzo (a ponente del faro di Vado) [1];

3.° Scisto verde (anfibolico?), a vene di quarzo e noduli metalliferi;

4.° Apenninite nodulosa;

5.° Apenninite gneissiforme a macchie rubiginose;

6.° Scisto grigio, pieghettato, con vene quarzose;

7.° Cloritescisto noduloso;

8.° Quarzite verdastra [2];

9.° Idromicascisto plumbeo (con nacrite?);

10.° Lo stesso con vene e mandorle di quarzo;

11.° Idromicascisto alterato, rubiginoso [3];

12.° Cloritescisto [4];

13.° Quarzite verdastra;

14.° Calcare dolomitico scaglioso;

15.° Calcare dolomitico compatto;

Da principio, gli strati scistosi sono immersi ad est, poi a sud-est; l'apenninite n.° 5 sembra invece pendente ad ovest; al n.° 7, l'immersione volge a sud, quindi nuovamente a sud-est. Abbiamo qui, tuttavolta, a parer mio, una serie progressiva senza ripetizioni.

Il contatto fra il n.° 12 e il successivo è coperto da detriti, fra i quali vedonsi massi di carniola: fra il n.° 13 e il 14, vi ha discordanza evidente.

Fino al 5.° termine, inclusivamente, la serie appartiene, senza dubbio al sistema permico: al medesimo attribuisco, non senza riserve, i numeri 6 e 7. Il rimanente si riferisce con certezza al trias.

---

[1] Dopo questo termine, la stratificazione è per breve tratto occultata da una frana.

[2] Corrisponde allo spiraglio della galleria ferroviaria.

[3] Si trova di contro alla casetta delle guardie di finanza.

[4] Si danno in questi scisti piccole fratture.

Lungo la via tra Albissola ed Ellera, si attraversa la serie permica dai suoi termini superiori agli inferiori; si succedono, infatti, percorrendo quella via: scisti diversi, anfibolite, apenninite prima gneissiforme e poi nodulosa e in ultimo granito (ad Ellera). Gli strati sono generalmente diretti da est ad ovest, con immersione a sud. Proseguendo pel sentiero che conduce da Ellera a Corona, si osservano principalmente granito ed apenninite di varie fogge. Presso i Ritani inferiori, quest'ultima roccia si mostra intersecata di filoni quarzosi. Il monticello sul quale è collocato il villaggio di Corona offre rocce triassiche, specialmente calcari dolomitici, parte in posto, parte franati; quindi, al di là, verso settentrione, ripiglia per poco l'apenninite e più innanzi, lungo un sentiero che mette a Santa Giustina, dominano serpentine e scisti pertinenti al gruppo di Voltri, che sembrano sovrapposti alle assise permiche.

A Sanda si può vedere l'apenninite tipica giacente sotto alcuni strati di cloritescisto, i quali sorreggono serpentine antiche.

Seguendo la strada che conduce da Albissola Marina al Piemonte per Stella e Sassello, si trovano nel primo tratto, oltrepassata la pianura litorale, rocce appartenenti al gruppo di Voltri, principalmente micascisto, anfibolite e calcescisto; si attraversa poscia una propaggine della zona permica del Savonese, al di là della quale ricompariscono le rocce precitate, associate a serpentina antica. L'apenninite verde a grossi elementi si vede manifestamente sovrapposta agli scisti del gruppo di Voltri presso la Vetriera.

Carbonifero.

I principali lembi carboniferi della regione sono in numero di 5. Il più occidentale incomincia a circa 4 chilometri a nord-ovest di Limone, nella valle del Vermenagna e s'arresta poi al Gesso, di contro a Roccavione; il secondo si trova sulla sinistra del Tanaro e passa per Viozene; il terzo,

assai più piccolo e sul quale è collocato il villaggio di Chioraira, è situato a breve distanza del secondo. Segue, dopo lungo intervallo, un'altro ammasso alquanto esteso, che, dai pressi di Calizzano, si protende a Osiglia e al Settepani, e, mediante una catena di altri minori, si collega a quello pur cospicuo interposto fra il Monte Alto e il Monte Burot, e nel quale è compreso il paese di Mallare.

Nel bacino carbonifero di Antibo, poco lontano dalla Liguria occidentale, la parte superiore della formazione è rappresentata da puddinghe a grossi cogoli, corrispondenti verosimilmente ai nostri conglomerati ed arenarie, e la parte inferiore risulta di rocce scistose, fogliettate, a grana fina, che accludono banchi di arenaria di color chiaro ed un deposito di litantrace magro. Questo deposito è lavorato nella miniera *des Vaux*, ove raggiunge la potenza media di 2 m. Alla periferia del bacino, tanto a mezzogiorno quanto a levante, giacciono altre assise superiori, scistose ed arenacee, con scarso litantrace.

Nei territori di Mallare, di Bormida, di Osiglia, di Calizzano, il carbonifero emerge da una vasta plaga permica, la quale si continua senza interruzione dal Savonese al Vermenagna. Nella medesima condizione si trova il lembo di Chioraira e nella porzione sua orientale quello di Viozene. All'incontro, il carbonifero del Vermenagna e parte del lembo di Viozene sono incorniciati nel trias.

Tra i lembi carboniferi precitati, il più occidentale, situato sulla riva sinistra del Vermenagna, offre il termine superiore della serie, cioè il calcare marmoreo, quasi ad esclusione di ogni altro.

Fin dal 1885, l'ing. Zaccagna scoprì nell'alta valle del Tanaro, poco sotto al pian del Fò, in quel di Viozene, alcune filliti che il prof. Portis riferiva testè alle specie: *Senftenbergia (Pecopteris) elegans*, *Pecopteris nodosa* e *Annularia longifolia*, ritenendole proprie al carbonifero superiore.

Durante una gita fatta il 15 settembre 1887 nella valle

di Mallare, dai membri della Società geologica italiana convenuti alla adunanza estiva di Savona, furono osservate a Pietrataglìata, negli scarichi di una antica galleria praticata per la ricerca dell'antracite, varie impronte di *Annularia* ed altre piante carbonifere. Di poi, furono segnalate nel medesimo giacimento l'*Odontopteris obtusa* (fig. 53) e due cordaitee che pur si riferiscono all'orizzonte superiore del carbonifero.

Fig. 53.

Frammento di foglia dell'*Odontopteris obtusa* di Pietratagliata: grand. nat.

Meritano particolar considerazione non solo per l'ampiezza, ma ancora per le condizioni stratigrafiche e perchè ricettano depositi antracitiferi, i due maggiori lembi del Savonese, che furono studiati dall'ing. Mazzuoli [1]. L'uno situato lungo le due rive della Bormida di Mallare, incomincia a mezzogiorno della confluenza di questo corso d'acqua col Consevola e si estende poscia lungo il Rivo Riborgo fino al fianco meridionale del Monte Alto e perciò la direzione del suo asse maggiore è presso a poco da nord a sud. L'altro si manifesta con una zona prevalentemente diretta da levante a ponente, la quale incomincia nella parte superiore della Bormida di Osiglia e all'origine del Rivo Marcampera, per poi protendersi alla Bormida di Calizzano pel Monte Le Prà e

(1) *Sul carbonifero nella Liguria occidentale.* Boll. del R. Comitato geologico, anno 1887, n. 1-2.

Rifreddo e risalire il detto corso d'acqua fin quasi a Giaire Sottane, a valle di Calizzano.

Fra i due lembi maggiori stanno allineati a guisa di catena altri affioramenti che si trovano uno, assai piccolo, a ponente del primo presso Codevilla, sulla Bormida di Mallare, un altro, più importante, a valle di Bormida, sulla Bormida di Pallare, ed un terzo adiacente al lembo di Osiglia, a sud-est del Colle della Baltera. A valle di Osiglia fu pur segnalato il carbonifero sul Rio Bertolotti a sud-ovest di Cavallotti.

Questa formazione è essenzialmente costituita da assise di arenaria e conglomerati a piccoli elementi quarzosi, giacenti sopra strati di scisti grigi o nerastri, grafitosi, ai quali sono intercalati banchi di antracite. In alcuni tratti, a siffatto complesso di rocce si sovrappone un calcare ceroide o marmoreo, purissimo, bianco, giallastro o grigio, che già si è tentato di usufruttare a Codevilla come pietra d'ornamento.

Presso Colla Bruna, il calcare, a tessitura saccaroide, bianco o grigio, si vede sovrapposto a scisti neri e costituisce un lembo di circa 300 m. di lunghezza e di 90 m. di potenza. Verso mezzogiorno, sullo stesso crinale se ne trova un altro piccolo affioramento presso il quale è eretta un'antica fornace da calce.

Nel rilievo che separa la valle del Rio Merlino da quella del Clavarezza, si incontra il calcare in una massa, presso a poco estesa quanto la prima, e misura solo una cinquantina di metri di spessore. La roccia è bigio-scura, assai compatta e profondamente erosa dagli agenti esterni. Presso Codevilla, sulla riva destra del Clavarezza, ricomparisce il calcare, apparentemente disgiunto dagli altri termini della serie carbonifera.

Altro calcare forma parte dell'isoletta carbonifera situata sulla Bormida di Pallare e questo pure è sovrapposto a scisti neri. In alcun caso si osserva la sovrapposizione degli scisti, delle arenarie o delle puddinghe ai calcari; i quali talvolta

come a Codevilla, si vedono passar sotto a quarziti intimamente connesse alla formazione permica.

A valle di Osiglia, presso il punto in cui il sentiero che conduce da questo villaggio a Millesimo traversa il Rivo della Baltera, v'ha pure calcare saccaroide bigio, il quale riposa sugli scisti neri, ma è poco sviluppato.

Affioramenti di antracite che furono oggetto di ricerche minerarie possono vedersi ai Greppini sopra Calizzano, fra Rifreddo e la Prà (lungo il sentiero che conduce a Osiglia), presso Osilia sul Rivo del Gallo, sul Rivo Bertolotti (sopra Cavallotti), sulla destra del Rivo Biterno sopra Mallare, a monte di Olano (lungo la via rotabile che conduce da Altare a Mallare) e a Pietratagliata (presso la stessa via). Gli scisti neri e grigi alternano spesso, come presso Osiglia, colle arenarie. Presso il colle di La Prà, i conglomerati, associati alle arenarie ed ai soliti scisti neri, contengono grossi ciottoli quarzosi, ovoidi, i quali raggiungono fin 10 a 12 centimetri di lunghezza. Nel conglomerato carbonifero non furono mai incontrati elementi ofiolitici.

La direzione e la pendenza degli strati della formazione carbonifera e di quella della soprastante permica variano notevolmente fra un punto e l'altro. Secondo le osservazioni del Mazzuoli, attraverso alle isole carbonifere di Mallare, Codevilla e Bormida, tra Colle Bruna e il Colle della Baltera, si danno sei piccole pieghe formate da assise carbonifere, nelle cui convessità si adagiano in concordanza colle prime, gli strati permici. Le vette delle pieghe sono più o meno abrase e corrispondono ad affioramenti di calcare, quando la denudazione non asportò che strati permici, e a lembi di arenarie e scisti antracitiferi, allorchè furono eliminati i termini superiori della formazione carbonifera.

Rocce e Minerali.

Rocce. — Nelle rocce dei due sistemi, e particolarmente del primo, il litologo e il petrografo potrebbero trovar materia

di molte osservazioni ed indagini suscettibili di utili applicazioni alla geologia stratigrafica. Fin qui però tali rocce sono così poco studiate che porgono solo occasione ai cenni seguenti intorno ad alcune fra esse.

Apenninite. — Fu denominata apenninite dal Gastaldi ([1]) una roccia ad imperfetta tessitura granitica, costituita precipuamente di plagioclasio, quarzo e clorite, oppure talco e raramente mica. Con tale denominazione l'autore volle alludere alle Alpi Peanine, ove abbonda la specie litologica, da lui distinta, e non all'Apennino, quantunque Cadibona e Calizzano, ove la roccia fu rinvenuta dal Gastaldi stesso, possono senza errore considerarsi come collocate sull'Apennino. Ad ogni modo, mancano buone ragioni per ammettere la proposta, fatta posteriormente, di assegnare ad essa roccia il nome di besimaudite, solo perchè il Monte Besimauda ne è quasi esclusivamente formato. L'apenninite è, d'altronde, più che una specie propriamente detta, un complesso di rocce diverse che potranno essere distinte, mercè uno studio accurato con più denominazioni specifiche.

Il tipo normale e più diffuso di siffatta roccia è quello di un gneiss costituito di granuli feldispatici allungati, con poco quarzo e una materia talcoide verde scura, che fa spesso ufficio di cemento. Questo tipo subisce modificazioni profonde. Talvolta esso diventa un vero scisto: talvolta essendo i granuli quarzosi e feldispatici più minuti e lievemente cementati, la roccia assume l'aspetto di una arenaria: in altri punti, facendosi massiccia, dura e resistente, essa presenta cristalli di feldispato disseminati porfiricamente, i quali raggiungono localmente fino due centimetri di lunghezza. Lo

---

([1]) *Sui rilevamenti geologici fatti nelle Alpi piemontesi durante la campagna del 1877.* Atti della R. Accademia dei Lincei, serie 3.ª, vol. II. Roma, 1878.

gneiss si fa altrove noduloso, grigio verdastro, o grigio scuro spesso con macchie rubiginose ed è allora povero di feldispato. In altri tipi la clorite si sostituisce al minerale talcoide o pure si aggiunge agli elementi normali la mica, per modo che si danno transizioni agli gneiss normali ed ai micascisti.

Il prof. Artini, il quale si compiacque di sottoporre alla indagine microscopica una lastrina sottile di apenninite a tessitura gneissica traente alla granitica, la trovò composta in massima parte di quarzo limpido e feldispato alterato così profondamente da esser irriconoscibile; poi di mica bruna (meroxeno o lepidomelano) in grosse lamine rosso-brune talora impallidite per alterazione, e di mica bianca (muscovite). Nella prima osservò inclusioni di apatite e zircone con aureola bruno-cupo. L' esemplare fu raccolto da me a Savona.

In un' altra varietà, raccolta fra Savona e Ellera, è assai copioso quarzo granulare bigio e vi si associano mica nera, in numerosissime lamelle, e feldispato in piccola quantità, per lo più alterato e ridotto a gruppetti bacillari.

Sul Monte Settepani fu raccolta nella formazione permica una roccia, che fornì copiosi materiali per la costruzione dei forti di Calizzano, la quale si può definire una eurite scistosa. Essa è bianca, con vene di color verde giallastro (dovute ad una sostanza talcoide che riveste le superficie di scistosità), assai compatta, e pesa specificatamente 2,65. Secondo il Mattirolo, è formata da una massa fondamentale microcristallina di ortoclasio e di quarzo, cui si associa un minerale talcoide. Vi si osservano poi cristalli di ortoclasio e di plagioclasio più sviluppati, distribuiti porfiricamente, frammenti di quarzo, cristallini di pirite, visibili anche per mezzo della lente, granuli di zircone, laminette di sesquiossidi di ferro e microliti di apatite.

Porfido. — Il porfido del Pizzo d' Ormea, di cui si vedono massi staccati nel letto del Tanaro, presso il Ponte di Nava risulta di una pasta bruna microcristallina, nella quale sono sparsi cristalli di ortoclasio bianchi o carnei, opachi, gene-

ralmente di piccole dimensioni (negli esemplari da me osservati non oltrepassano 4 millimetri di lunghezza); vi sono associati radi cristalli assai alterati (anfibolo o pirosseno) di color verdastro. La roccia presenta piccole cavità irregolari occupate da ferro magnetico. Il porfido di Carnino, di cui ebbi esemplari raccolti dal sig. Dellepiane, ha un fondo di color rosso vino, microcristallino, in cui sono disseminati voluminosi cristalli di ortoclasio carneo ed altri di un silicato di color verde pomo (anfibolo?) in gran parte convertiti in materia cloritoide. Al microscopio, la parte microcristallina, assai complicata, mostra vari plagioclasi, microliti di apatite (?) e copiosa opacite.

Questi porfidi hanno i caratteri propri agli ortofiri e sembrano far transizione a certi porfidi anfibolici.

Arenaria carbonifera. — L'arenaria del sistema carbonifero presenta elementi d'ordinario assai minuti, ed alterati in modo da simulare una roccia micaceo-scistosa. È di color grigio chiaro, con lucentezza qualche volta grassa, ha poca consistenza e facilmente si spezza. Al microscopio, si vede costituita di frammenti di quarzo e di feldispato, cui vanno unite un po' di mica verdastra ed una materia talcoide. Per piccoli tratti, gli elementi di questa arenaria si fanno più grossolani, permodochè localmente si converte in un conglomerato per lo più avellanare.

Da questa arenaria si passa, per graduate transizioni ad uno scisto cristallino grigio scuro con lucentezza metalloidea e tatto untuoso, assai scistoso e a piani di scistosità ondulati. Il suo peso specifico è di 2,78. Esso risulta principalmente di quarzo e feldispato, commisti a sostanza carboniosa che si fa più abbondante presso i letti d'antracite.

Minerali. — I minerali dei nostri terreni permo-carboniferi furono poco studiati. Le specie che sono in grado di citare si riducono alle seguenti: Oro [1]; grafite della Rocca

[1] Nel 1555 si sarebbe rinvenuta, secondo il Baldracco, una grossa

dei Corvi (nella quarzite), di Piazza (nella quarzite), di Rialto (nell' apenninite in forma di gneiss); antracite di Calizzano, Osiglia, Olano, Pietratagliata ecc.: fluorite di Vetria presso Calizzano, di Olano ecc.: quarzo di Calizzano, Olano ecc.; lo stesso, var. ametista, del rivo del Merlo (nell' apenninite); limonite di Lavagnola, di Montagna ecc.; pirolusite impura di Bergeggi; galena dei pressi di Garessio (con baritina), di Rialto, di Montagna, di Bormida, delle Anime vecchie presso Cadibona (¹); galena con blenda e boulangerite delle vicinanze di Priola (Jervis); pirite di Montagna, di Bormida e di parecchi altri punti; calcopirite, erubescite malachite ed azzurrite di Santa Libera nel Loanese e del Ritano del Termine presso Albissola; orpimento, realgar e baritina di Viozene (si tratta di minerali contenuti in un filoncello a ganga quarzosa): ortoclasio e plagioclasi diversi nel granito d' Albissola e di Ellera e nelle diverse varietà di rocce cristalline gneissiformi; mica nera (meroxeno?) a larghe falde del Monte Negin e di Olano; zircone, oligisto ed apatite nell' eurite scistosa del Monte Settepani. Secondo Zaccagna, le rocce anfiboliche comprese tra le assise permiche sono talvolta epidotiche e granatifere.

Gruppo di Voltri.

Considerazioni Generali.

Si è detto che la regione montuosa compresa tra le valli della Tinea e della Stura di Demonte, offre esempio delle formazioni più antiche, di quelle cioè ascritte al gruppo azoico o meglio arcaico. Esso gruppo, in questa regione come in tutta

---

pepite in un rivo che mette a Savona presso la Chiesa della Misericordia. A Cascinelle, nel vallone Granezza si vedevano e forse si vedono ancora, scavi per l' estrazione d' un minerale aurifero.

(¹) La galena in tutti questi punti è più o meno argentifera, a Bormida è anche aurifera.

la catena alpina, può essere naturalmente suddiviso in un sistema superiore, denominato da Gastaldi *delle pietre verdi* (piani laurenziano ed huroniano di altri autori), in cui prevalgono scisti cristallini, serpentina, eufotide, antibolite ecc. e in un sistema inferiore, detto dello *gneiss centrale*, in cui dominano, invece, gneiss e graniti di svariate specie.

Il sistema detto dello gneiss centrale fu studiato principalmente in Italia da Gastaldi e Zaccagna. Credo opportuno riprodurre in proposito alcune considerazioni esposte da quest' ultimo geologo, perchè dedotte da osservazioni fatte in una regione intimamente collegata con quella da me studiata.

Per Zaccagna, adunque, il complesso delle rocce di cui si tratta non è un accidente litologico, nella massa delle rocce cristalline delle Alpi, ma forma la base della serie stratigrafica in vari sistemi orografici [1]; esso esclude assolutamente le così dette pietre verdi (serpentine, antiboliti, dioriti, ecc.) ed anche quelle che loro sono abitualmente associate (quarziti, calcari saccaroidi, calcescisti, micascisti), salvo rare eccezioni. Tuttavolta, da un lato, il gneiss fondamentale di questa formazione può passare, normalmente, per deficienza di feldispato, ad una sorta di micascisto e dall' altra, per lieve mutamento nella tessitura, si può convertire in granito.

La potentissima formazione che ebbe nome da Gastaldi delle pietre verdi consiste precipuamente in un complesso di micascisti, con gneiss tabulari e calcescisti, in cui sono intercluse assise di quarziti e di calcari talora assai numerose, nonchè lenti ed interstrati di serpentina compatta o

---

[1] Zaccagna dice di tali rocce « che formano la base e il nucleo di vari elissoidi di sollevamento »: ma siccome io ritengo che i rilievi orografici sono il risultato di sollevamenti successivi, alternati con avvallamenti e verificatisi in aree di forma svariata e diversamente estese, così non posso adottare l' espressione *elissoidi di sollevamento*, nel senso generale attribuitole dal geologo precitato e da altri.

scistosa, eufotide, diabase, anfibolite, cloritescisto, talcoscisto ed altri scisti cristallini.

Secondo Zaccagna, i micascisti e gneiss tabulari stanno alla base ed, alternando coi calcescisti, vanno poco a poco scomparendo in alto, sostituiti da questi ultimi. Quanto alle rocce verdi, sarebbero dominanti nelle zone più profonde le anfiboliti compatte e scistose, i serpentinoscisti e l'eufotide a tessitura gneissica e succederebbero loro superiormente: anfiboloscisti, serpentine massicce, meno tenaci e più tenere (talora accompagnate da ftanite ed oficalce), eufotide granitoide e diabase.

Dell'area riferibile indubbiamente al gruppo arcaico reputo superfluo occuparmi in modo speciale, prima di tutto perchè non sono in grado di contribuire alla sua illustrazione con un contingente di osservazioni personali, in secondo luogo, perchè quest'area non si trova compresa nella regione che forma oggetto precipuo delle mie considerazioni. Mi propongo invece di descrivere una estesa formazione che costituisce quasi esclusivamente il litorale ligustico tra il Chiaravagna e il Sansobbia, formazione il cui posto nella scala cronologica non è ancora determinato con sicurezza, ma che autorevoli geologi, quali sono Pellati, Zaccagna ed altri ritengono pertinente alla serie primitiva. Convenzionalmente e in via provvisoria, credo opportuno designare questa formazione colle parole *gruppo di Voltri.*

Ho detto come lungo il Chiaravagna e nelle valli dell'Iso e del Lemme, a ponente di una lunga emersione di serpentine terziarie ed oltre una catena di rilievi calcareo-dolomitici riferibili al trias medio, si spieghi una estesa formazione serpentinosa antica, il cui margine orientale si può vedere tra i pressi di Sestri Ponente e di Voltaggio, con direzione parallela alla zona ofiolitica eocenica. Questa emersione è limitata a nord e nord-ovest dal frastagliatissimo lembo meridionale della gran plaga miocenica inferiore già descritta, lembo che passa per Voltaggio, Belforte, Grognardo e Pontinvrea. A mezzogiorno dell'ultimo punto, essa si protrae

fino alla Bormida di Spigno, tra Dego e Bragno, poi retrocede a levante e raggiunge la foce del Sansobbia, con linea irregolarmente sinuosa, che passa non lunge da Montenotte superiore e tocca Corona, Contrada, Sanda e Albissola superiore, linea lungo la quale viene a contatto col sistema permico.

Intorno al posto che spetta a questa formazione nella cronologia, furono emesse opinioni assai disparate, che tra poco saranno da me passate in rassegna, ma, quantunque una di esse possa parere ai miei occhi dotata di maggior verosimiglianza delle altre, debbo però convenire, dopo un nuovo ed imparziale esame della questione, che mancano ancora dati di fatto sufficienti per rimuovere ogni dubbio.

La diversità di opinioni alla quale alludevo emerge dallo elenco in cui sono registrate quelle dei geologi che si occuparono in particolar modo della Liguria, tanto rispetto alle serpentine antiche (ossia del gruppo di Voltri), quanto in ordine alle recenti od eoceniche. Nello stesso figura la data di ogni parere ed oltre a ciò la interpretazione adottata da ciascun autore, circa l'origine delle roccie ofiolitiche. Ciò perchè, alcune volte, queste si credettero il prodotto di una unica fase eruttiva e il preconcetto della loro origine potè esercitare influenza non lieve sulla determinazione della età loro.

La mia riserva non potrà parere strana ed esagerata, mentre risulta che in siffatta questione chi scrive ed altri ebbero a mutar pensiero.

Come si vede dal quadro seguente, l'ing. Mazzuoli ed io attribuimmo, nel 1883, al gruppo paleozoico (non senza riserve) la formazione serpentinosa antica della Liguria. Nel 1884, in seguito ad osservazioni del Zaccagna le quali dimostrano l'esistenza fra le Alpi Marittime di inclusioni serpentinose comprese fra depositi permici superiori e triassici medi, collocammo, col concorso dello stesso geologo, la serie controversa nel trias inferiore. Ma dopo nuovi studi, lo Zaccagna si è ricreduto, mentre io sono rimasto dubbioso.

AUTORE	DATA	POSTO ASSEGNATO NELLA SERIE CRONOLOGICA	
		ALLE SERPENTINE RECENTI	ALLE SERPENTINE DEL GRUPPO DI VOLTRI
Brongniart	1821	Terreni secondari	. . . .
De la Bèche	1833	Terr. post. al gruppo oolitico	. . . .
Sismonda	1841	Terreni cretacei	Terreni cretacei . . .
Pareto	1846	Terr. terzari medi e inferiori	Come per le recenti
Pareto	1852	Terr. post. al nummulitico	Come per le recenti
Capellini	1861	Terr. ant. al miocene	. . . .
Perazzi	1865	Terr. miocenici ed eocenici	. . . .
Signorile	1872	Terreni eocenici	. . . .
Gastaldi	1874 (1)	Terreni prepaleozoici	Come per le recenti
De Stefani	1876 (2)	Terreni eocenici sup.	Come per le recenti
Mayer	1877 (3)		Terr. anteriore al *Flysch* e tongriano
Taramelli	1878 (4)	Terreni eocenici	. . . .
Mazzuoli e Issel	1881	Terreni eocenici	. . . .
Pellati	1881 (5)	Terreni eocenici	Terr. probabilmente prepaleozoici

(1) Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino. vol. IX. — Mem. del R. Comit. geol., vol. II.

(2) Boll. del R. Comit. geol., anno 1876. n. 1-2.

(3) Boll. del R. Comit. geol., anno 1877, n. 11-12. — Bull. Soc. géol. de France, sér. 3.e, t. V.

(4) Mem. della R. Accad. dei Lincei, serie 3.a. vol. III.

(5) *Études sur les formations ophiolit. de l'Italie*. Rome, 1881.

ORIGINE ATTRIBUITA A QUESTE ROCCE	OSSERVAZIONI
Eruttiva	
Eruttiva	
Eruttiva	L' autore crede che la serpentina sia venuta alla luce dopo l' eufotide.
Eruttiva	
Eruttiva	
Eruttiva	
Eruttiva drotermale	I materiali delle rocce ofiolitiche sarebbero provenienti secondo l' autore da precipitazioni chimiche e risulterebbero da elementi tolti a rocce preesistenti oppure deriverebbero da una sorta di liquazione avvenuta nella zona incandescente del globo.
Metamorfica	
Eruttiva	Il gabbro sarebbe verosimilmente una miscela terrosa, formata nelle acque marine, in occasione dell' emersione delle serpentine e delle acque che le accompagnavano. L' eufotide si è formata probabilmente per contrazione successiva dei suoi elementi.
drovulcanica	
drovulcanica	Le eufotidi, euritolalciti ecc. devonsi probabilmente a concentrazione cristallogenica.
drovulcanica	
	L' autore espone le ipotesi precedentemente emesse ed invoca nuovi studi per chiarire i dubbi.

AUTORE	DATA	POSTO ASSEGNATO NELLA SERIE CRONOLOGICA	
		ALLE SERPENTINE RECENTI	ALLE SERPENTINE DEL GRUPPO DI VOLTRI
De Stefani	1882 (¹)	Terreni eocenici	Terreni eocenici
Taramelli	1882 (²)		Terr. precarboniferi
Uzielli	1882	Sono interstratificate nel *Flysch*	
Sterry Hunt	1882	Terr. huroniano. . . .	. . . .
Sterry Hunt	1883 (³)	Terr. huroniano, montalbano e taconiano	
Mazzuoli e Issel	1883	Terr. eocenici	Terreni paleozoici
Mazzuoli e Issel	1884 (⁴)	Terr. eocenici	Terreni triassici inf.
Taramelli	1884 (⁵)	Terr. eocenici	Terr. triassici e protozoici
De Stefani	1884 (⁶)	Terr. eocenici	Terr. triassici sup.
Mazzuoli, Zaccagna, Issel	1887 (⁷)	Terr. eocenici	Terr. triassici inf. .
De Stefani	1887 (⁸)	Terr. eocenici sup.	Terr. siluriani inf.?
Taramelli	1888	Terr. eocenici	Terr. permiani
Zaccagna	1888 (⁹)	. . . .	Terreni prepaleozoici
De Stefani . . .	1889 (¹⁰)	Terr. eocenici	. . . .
Sacco	1891 (¹¹)	Terr. senoniano e cenomaniano	Terr. huroniano (*lato sensu*)

(¹) Boll. della Soc. geol. ital., vol. I.
(²) Boll. della Soc. geol. ital., vol. I.
(³) *The geological History of serpentines*. Montreal, 1883.
(⁴) Boll. del R. Comit. geol., anno 1884, n. 1-2.
(⁵) Transunti della R. Accad. dei Lincei, vol. VII, seduta del 2 marzo 1884.
(⁶) Atti del R. Istituto Veneto. 1884.
(⁷) *Carta geol. delle Riviere Liguri e delle Alpi Marittime*. Genova, 1887.
(⁸) Boll. della Soc. geol. ital., vol. VI.
(⁹) Boll. del R. Comit. geol., anno 1887, n. 11-12.
(¹⁰) Boll. della Soc. Geol. ital., vol. VIII.
(¹¹) *L'Apennino Settentrionale*. Torino, 1891.

ORIGINE ATTRIBUITA A QUESTE ROCCE	OSSERVAZIONI
Acquea per deposito chimico	
Acquea per deposito chimico	La dottrina del geologo americano è fondata, per quanto concerne le serpentine apenniniche, sull' esame di quelle del Levantese e di Monteferrato in Toscana.
Idrovulcanica	Si ammette anche l' esistenza di serpentine prepaleozoiche nella regione Alpina.
Chimica	
. . . .	Si ammettono anche tra le Alpi formazioni ofiolitiche prepaleozoiche.
. . . .	Si ammette l' esistenza di masse serpentinose anche nella formazione triassica delle Alpi Marittime.
Vulcanica	Per De Stefani, sono rocce vulcaniche, litologicamente e stratigraficamente: saxonite (lherzolite di Mattirolo, Mazzuoli, Issel ecc.) granito sodico-potassifero, porfidi labradoritici ecc. Sono prodotti da idratazione atmosferica di saxonite, di gabbro olivinico, di diabase, la serpentina, la diabase cloritica, il gabbro rosso ecc.

A tali indicazioni sommarie, stimo opportuno aggiungere qui appresso un succinto prospetto, col quale il De Stefani riassume il suo giudizio circa l'età relativa dei singoli termini della serie stratigrafica, attribuiti in questo libro al sistema permico e al gruppo di Voltri:

Siluriano inferiore? — Calcescisti e quarziti cloritiche, con eufotide della Guardia di Varazze.

Serpentina lherzolitica con eufotide alternante nella ovardite.

Ovardite, diorite e anfibolite con glaucofane.

Scisti cerulei filladici e quarzosi, rossastri o giallastri, calcescisti cerulei cristallini.

Cambriano? — Apenniniti, quarziti idromicacee e cloritiche, conglomerati grossolani quarzosi e gneissici, anageniti, grauwake.

Huroniano. — Anfiboliti, dioriti, dioriti quarzifere porfiroidi. Micascisti alternanti con anfiboliti e dioriti e con granito.

Secondo l'ing. Lotti, in Corsica come all'Elba, esistono due formazioni antiche ben caratteristiche; una inferiore prevalentemente gneissica, l'altra superiore, che consiste in micascisti lucenti, calcescisti cristallini e serpentine; senonchè, mentre all'Elba queste sono invariabilmente sovrapposte ai calcari ed ai calcescisti, in Corsica si trovano collegate alle stesse rocce da rapporti d'alternanza. Risulta dagli studi dell'Hollande che tale formazione calcare-serpentinosa è inferiore al carbonifero; ora il Lotti inferisce, dalle strette analogie di essa con quella dell' Elba (la quale sottostà a scisti ardesiaci carboniosi, con *Orthoceras*, *Cardiola*, *Actinocrinus* e forse *Graptolites*), che sia presiluriana e spetti, come le pietre verdi alpine, al laurenziano o ad un epoca un po' meno antica: quindi conclude che si connette, per mezzo delle Alpi Marittime e della Liguria, alla formazione serpentinosa delle Alpi; mentre, dall'altra parte, si continuerebbe nella Gorgona e nell' Elba e forse nel Giglio e nel Monte Argentaro.

Rispetto all'origine, Lotti crede che non si possa preten-

dere di spiegare nello stesso modo, quella delle serpentine eoceniche e delle prepaleozoiche. Ad ogni modo, egli osserva con Dieulafait che non è possibile spiegare la formazione delle serpentine antiche con eruzione di magma ignei o idroplutonici [1].

Osservazioni stratigrafiche.

Sarebbe assai utile per lo studio del gruppo di Voltri, un rilievo preciso, corredato di sezioni opportunamente condotte, delle principali masse rocciose di cui risulta, distinguendo accuratamente: serpentina, lherzolite, eufotide, diabase, anfibolite, ovardite, calcescisto, idromicascisto ecc.; ma questo lavoro, che richiede lungo tempo e per cui sono a superarsi difficoltà materiali non lievi, è stato appena iniziato; perciò, tanto in ordine alla distribuzione superficiale, quanto rispetto alla stratigrafia delle accennate masse, fa d' uopo che io mi contenti di porgere dati approssimativi [2].

La difficoltà maggiore che s' incontra nell' interpretare la stratigrafia di questo gruppo e il posto che gli compete nella cronologia, sta in ciò che le assise delle rocce stratificate, fra le quali si vedono intercalate serpentine, eufotidi ecc., sono residui di grandi pieghe profondamente erose e si trovano generalmente in posizione verticale o pure con lieve pendenza in un senso o nell' altro, per modo che l' ordine originario della sovrapposizione non risulta quasi mai chiaramente manifesto.

(1) *Appunti geologici sulla Corsica*, Boll. del R. Comit. geol. ital., anno 1883, n.° 3 e 4.

(2) Non ho potuto tener conto nel mio lavoro dello studio del signor Gaetano Rovereto sulla serie degli scisti e delle serpentine antichi in Liguria (Atti della Società di Scenze Naturali e geografiche, vol. II. Genova, 1891) perchè comparso mentre correggevo le prove di questo capitolo. Il Rovereto considera tali rocce come componenti una serie continua e le riferisce al gruppo arcaico.

Dall' andamento della stratificazione lungo il litorale, in ispecie fra Voltri e Varazze, si dovrebbe inferire che giacciono al sommo del gruppo talcocisti e idromicascisti, cui seguono nella serie discendente: cloritescisti, serpentine alternanti con calcescisto ed altri scisti cristallini, rocce anfiboliche e di nuovo scisti cloritici e talcosi. Ma l'ordine della sovrapposizione, come pure la spessezza relativa delle masse rocciose, variano assai tra un punto e l'altro. Ove comparisce l'eufotide, come tra Cogoleto e Varazze, questa roccia sembra intimamente collegata alla serpentina.

Ho già riferito che sopra Sanda la serpentina antica, pertinente cioè al gruppo di Voltri, si mostra decisamente sovrapposta alle rocce proprie al sistema permico. Presso Corona, l'andamento delle masse rocciose accenna a rapporti consimili; ma la sovrapposizione immediata non è visibile. Lungo la via tra Albissola superiore e Sassello, si succedono pel primo tratto: micascisti intersecati di filoncelli quarzosi, rocce anfiboliche nerastre, fettucciate, nuovi micascisti e calcescisti; quindi, dopo la propaggine di rocce permiche, segnalata presso la Vetriera, ancora calcescisti, che hanno grande sviluppo tra Rovieta e la Cappella del Salto, e presso questa ultima, serpentina associata ad una roccia bruna coll'aspetto della diabase alterata.

Al villaggio di San Martino, si può vedere una breccia ofiolitica, collegata a serpentina antica e sovrapposta a micascisto e quarzite talcosa.

Procedendo da Voltri ad Arenzano, lungo la via della Cornice, si succedono, senzachè si producano in apparenza ripetizioni di strati:

Talcoscisto, o idromicascisto [1], con quarzo interstratificato, spesso ruvido e duro perchè pregno di quarzo (così,

[1] Alcune denominazioni di rocce sono incerte, perchè gli esemplari non furono esaminati col sussidio del microscopio.

per esempio, di contro al palazzo Fabiani) e a strati in gran parte pieghettati e contorti;

Cloritescisto alternante col precedente (di contro all'*Agugia*, pinacolo roccioso che sorge dal mare accanto alla riva);

Serpentinoscisto: un banco di una diecina di metri di potenza:

Calcescisto a sericite (presso la cantoniera n. 9), alternante con scisto talcoso, idromicaceo (circa 400 m.):

Scisto plumbeo (idromicascisto):

Serpentina scistosa o compatta: circa 250 m.;

Cloritescisto con epidoto, quarzo ecc., in straterelli fettucciati:

Scisto plumbeo (idromicascisto):

Calcescisto con noduli e vene di quarzo:

Talcoscisto con epidoto e quarzo;

Anfibolite (?) a stratificazione oscura, con vene di calcite;

Talcoscisto e cloritescisto:

Di contro al camposanto di Arenzano, la massa scistosa è attraversata da un sistema di filoni quarzosi, il maggiore dei quali ha 30 o 40 centimetri di spessezza.

L'orientazione degli strati è variabile tra un punto e l'altro; ma generalmente pendono ad est e sud-est, per cui, seguendo la via maestra nella direzione indicata, si incontrano successivamente i termini più antichi.

Risalendo la Valle della Cerusa o delle Fabbriche, si può anche acquistare un giusto concetto della successione di rocce che si danno in questo gruppo. Lungo la valle, si osservano assise raddrizzate, in posizione prossima alla verticale, la cui pendenza dominante si ha verso sud-est; è però assai probabile che, percorrendola da valle a monte, si incontrino successivamente le assise più antiche. Si trovano da principio calcescisti pregni di un minerale talcoide (scisti a sericite?) che somministrano pietre da costruzione, e spesso ancora quarziti, poi idromicascisti (che da me, in precedenti lavori, e da altri furono pur detti talcoscisti). Alla Ferriera, la direzione degli scisti è presso a poco N.E.-S.O. In mezzo ai

calcescisti, si osserva un grosso strato di cloritescisto, con vene e granuli di quarzo e tracce di minerali ramiferi.

Al Pero Grosso, prima del ponte, gli strati diventano irregolari e fra essi osservasi un piccolo letto di serpentina; un altro un po' più potente (di circa 25 m. di spessezza) si vede poco appresso e può seguirsi a tergo della filanda Badano. Ivi, in contatto della serpentina, gli scisti sembrano alterati e diventano rugginosi; segue quindi un altro piccolo interstrato serpentinoso (di circa 2 m. di spessore). Nel tratto successivo, muta l'andamento degli scisti, permodochè la direzione loro diventa prossima a N.O., con immersione a N.E. Di poi, mentre prima erano quasi verticali, la inclinazione loro grado grado diminuisce; ciò in vicinanza dello abitato delle Fabbriche, oltre il quale si mostra una nuova zona di serpentina, assai più estesa delle precedenti. Sottentrano a questa: scisti cristallini, verdastri e duri, fra i quali è compreso un altro interstrato di serpentina, poi una massa d'eufotide a grossi cristalli di diallagio, indi ancora serpentina per piccolo tratto, ed ancora eufotide, alternante con scisti cristallini verdi [1]. Alla Chiusa, ricomparisce la serpentina, la quale si continua per lungo tratto nella medesima direzione.

Chi procede da valle a monte, lungo il torrente Varenna, trova, in prima, scisti cristallini con quarzo, poi, oltre il ponte di Granara, un piccolo interstrato di serpentina, cui si sovrappongono assise di scisti simili ai primi. A Cà di Rossi, ricomparisce la serpentina con sviluppo assai maggiore e per un certo tratto si vede alternata con eufotide. Poco prima degli Edifizi Nuovi, si mostra una breccia ofiolitica a cemento calcare e talcoso; quindi, s'incontrano scisti anfibolici con epidoto granulare, quarzo, pirite, magnetite e scisti di color oscuro che sembrano a glaucofane, e, a monte della Ramiera,

---

[1] Qui la immersione degli strati è verso levante.

di nuovo serpentina. In questa roccia, presso Cà di Rossi, è acclusa un' amigdala di calcare di oltre mezzo metro di spessore.

Lungo il Rio Cantalupo, affluente del Varenna, la serpentina si converte gradatamente in lherzolite.

Risalendo il Rio Praniga, il quale mette foce presso Prà, si notano successivamente affioramenti di: calcescisto, oficalce, serpentina, eufotide a smaragdite, eufotide comune, calcescisto, breccia ofiolitica, serpentina normale. Il calcescisto e la serpentina offrono sviluppo maggiore delle altre rocce. Il primo è distintamente cristallino e nettamente stratificato, presentando assise, presso il mare, immerse a sud, poi ad est. Presso le case Isola (lungo la sinistra del Praniga), gli strati di calcescisto pendono a sud-est, e la roccia si fà contorta, dura e brecciata; su di essa giace una breccia a pasta serpentinosa, contenente frammenti di serpentina a spigoli un po' smussati ed altri di una roccia verde e translucida, indeterminata, che sembrano intonacati di serpentina. Al suo contatto colla breccia, il calcescisto, per circa 30 centimetri di spessezza, è ricco di granato criptocristallino, in vene, mosche e piccoli adunamenti irregolari, granato di color vino traente al bruno. La serpentina normale sovrapposta alla breccia ricetta poi, in prossimità del piano di contatto, vene irregolari ed amigdale della roccia verde summentovata.

A settentrione di questo punto, verso il Santuario della Acquasanta e tra i monti circostanti, la serpentina acquista assoluto predominio.

Nella valle del torrente Acque Stregate, osservai serpentina (con lherzolite) in potente ammasso; al di sopra, quarzite verdastra, poi cloritescisto, il quale sorregge alla sua volta il piccolo lembo di calcare dolomitico del trias già citato.

Il territorio, che va compreso fra la Madonna del Carmine (presso il passo dei Giovi) e il Bricco Roccassa, sopra Sassello, e si estende a ponente fino al Monte Rama (inclusivamente), risulta di serpentina quasi pura, ed è uno dei paesi

d'aspetto più singolare che io abbia veduti, per l'asprezza e nudità del suolo, per la viva colorazione della roccia [1].

È pur dominante la medesima roccia nella Valle di Miseria, nei pressi di Cimaferle, al Bricco Marrapiede, presso Pian della Castagna, tra i monti del Tiglieto, a ponente di Rossiglione, nei dintorni di Campo Ligure, dalla parte inferiore delle Acque Stregate fino al Monte Tuggio, come pure tra questo monte e le vicinanze di Voltaggio, al Monte delle Figne, tra Isoverde e il Bricco di Guano, alle Lavezze, al Monte Scogli Neri, sopra la Vesima, al Monte Beigua.

Pel predominio assoluto della serpentina, questa regione differisce dal territorio di Montenotte e di Cairo, in cui, Taramelli fece osservare prima di me, come le rocce ofiolitiche non sieno mai scompagnate dalle talcose e costituiscano un elemento accessorio [2].

La serpentina comparisce solo quà e là in piccoli affioramenti irregolari, per esempio, lungo il Rio della Sorba, a monte di Piana, presso le case del Seré, alla cascina Lujas e in vari altri punti ad E. e S.E. di Rocchetta Cairo, come pure alla Madonna del Bosco, alla Loppa e più in alto, nelle adiacenze del rio omonimo, nel territorio di Cairo Montenotte. L'eufotide si vede in grandi masse alla cascina Tolona (Rocchetta Cairo), fra Montenotte inferiore e superiore, al Monte S. Giorgio, al Monte Greppino, al Bricco del Giogo, al Monte Negino, a tergo di Varazze, al Monte Leco.

Sono esclusivi o dominanti gli scisti cristallini lungo la valle del Leiro, fra Voltri e il Passo del Turchino, fra Campo Ligure e Rossiglione, al Bricco degli Uccelli sopra Rossi-

---

[1] Tali caratteri dipendono probabilmente da che il suolo fu solo da breve tempo denudato dal rivestimento miocenico e presenta però rupi ofiolitiche poco alterate dagli agenti atmosferici.

[2] Bollettino della Soc. Geol., vol. I, p. 123. 1882.

glione, fra i monti Loderino superiore e Loderino inferiore, a monte della Cappella del Salto, a monte di Alpicella, al Monte Gippone, al Monte Colma.

In complesso, nelle carte geologiche recenti, più particolareggiate e precise, la serpentina propriamente detta occupa uno spazio assai meno esteso che non nelle antiche ed apparisce dalla sua distribuzione topografica e dalla posizione delle assise scistose da cui è limitata, che i principali suoi espandimenti hanno potenza diversa nei vari tratti ed accennano alla forma di lenti, i cui assi maggiori fossero paralleli alla direzione dominante degli strati ([1]).

Rocce.

Serpentina. — Le serpentine del gruppo di Voltri sono un po' scistose, forse perchè subirono energiche pressioni, più dure, più tenaci delle serpentine eoceniche; il loro tatto suol essere meno untuoso. La varietà più comune è la normale, ma non manca la serpentina bastitica, la quale costituisce, a cagion d'esempio, il Monte Scogli Neri al nord di Prà, notevole per la sua tinta oscura, che volge in alcuni tratti al rugginoso, nonchè per l'asprezza del suo profilo.

Osservate al microscopio, le serpentine pertinenti al gruppo di Voltri, presentano gli stessi componenti di quelle della formazione eocenica ed ugual modo di aggregazione, senonchè d'ordinario, le plaghe a granuli di olivina sono comparativamente più estese o più copiose.

In parecchie serpentine, sia della serie antica, sia della recente, il dottor Annibale Rossi, che fece speciali indagini in proposito, verificò la presenza di ossido di cromo, in una porzione che varia fra 0,65 e 1,10 per %.

([1]) Del gruppo di Voltri, sta facendo un rilievo particolareggiato, a grande scala il sig. G. Rovereto.

L' analisi seguente d' una serpentina, raccolta presso Pegli e riferibile al gruppo di Voltri, analisi eseguita dallo stesso chimico, vale a porgere un esempio tipico della composizione di questa specie di roccia:

Silice	40, 480
Ossido di magnesio . . .	37, 720
Ossido ferrico	7, 360
Ossido d' alluminio . . .	2, 340
Ossido di calcio . . .	2, 760
Ossido di cromo . . .	1, 104
Acqua	8, 000
	99, 764

Le brecce ofiolitiche sono assai rare nel territorio esplorato: qualche esempio ne vidi sul Teiro sopra Varazze e presso gli Edifizi Nuovi sul Varenna. Vera oficalce incontrasi sulla destra del Sansobbia, di contro alla Cappella del Salto, presso Sassello lungo la via di Acqui, al Castelluccio fra le stazioni ferroviarie di Pegli e Prà e altrove.

Lherzolite. [1] — La lherzolite si trova non di rado associata alla serpentina del gruppo di Voltri, in mezzo alla quale costituisce adunamenti più o meno estesi, sempre mal definiti.

Osservai questa roccia sopra le case dette Ronco da Basso sul Rio Cantalupo, affluente del Varenna, in massa volumi-

---

[1] Sono varietà di un medesimo tipo generico o specifico, da taluni denominato peridotite da altri lherzolite: la lherzolite propriamente detta, composta di olivina, enstatite e diallagio, l' harzburgite, formata di olivina ed enstatite, la wehrlite che risulta di olivina e diallagio, la buchnerite, costituita di olivina, enstatite ed augite, la picrite e la limburgite, aggregati di olivina ed augite, la paleopicrite, commistione di olivina, enstatite e diopside. Saxonite è sinonimo di harzburgite, più antico di questa denominazione, ma non ammissibile perchè già adoperato in un caso diverso.

nosa, nella quale si trova una piccola cava, ora inattiva, per l'estrazione di pietre da macina e da taglio. Essa è di color grigio nerastro, con macchiette o screziature più chiare, che corrispondono ai cristalli d'enstatite. Bene spesso, per la maggior resistenza alla corrosione dell'enstatite, rispetto al peridoto, sotto l'azione degli agenti esterni, la prima rimane sporgente sotto forma di rilievi aspri al tatto.

È una varietà di lherzolite, la durissima e tenacissima roccia metallifera del Bricco dell'Omo, presso la Vesima (tra Arenzano e Voltri), nella quale sono aperte le *Cave dell'Oro*, antiche escavazioni minerarie abbandonate. Ivi la roccia è sparsa di minute particelle di pirrotina, calcopirite, solfuro di nichel e oro. Incontrai ancora la lherzolite sulla riva sinistra dell'Arestra, presso la foce, a ponente di Cogoleto, e in vari punti sui fianchi del Monte Ermetta.

Eufotide. — Nella formazione serpentinosa di cui tengo discorso, l'eufotide è meno abbondante che non nella Riviera di Levante. Essa suol essere a cristalli di diallagio poco sviluppati e si presenta generalmente alterata. Non manca la varietà a smaragdite. Le maggiori masse che io abbia incontrate son quelle che si trovano fra Cogoleto e Varazze, lungo il Teiro e al Passo del Bonomo sopra Santa Giustina. Anche qui, come nella Valle del Petronia e nel Levantese, l'eufotide si mostra strettamente collegata alle rocce metamorfiche piuttostochè alle serpentine. Le intrusioni, o piuttosto inclusioni, di eufotide nella serpentina non mancano e si verificano d'ordinario, come nella Liguria orientale, presso i contatti della serpentina stessa colle rocce di sedimento alterate.

Diorite e Orardite. — Nel territorio di cui tengo discorso, la roccia anfibolica (ad orneblenda) si converte qualche volta in diorite per la commistione di un feldispato (plagioclasio). Si tratta però, d'ordinario, di una diorite ad elementi assai minuti e confusi, ben diversa dalla roccia tipica dei dintorni d'Ivrea. Ove il feldispato sia dominante e l'elemento anfibolico si converta in un minerale micaceo verde, si

ha l'ovardite, descritta da Strüver sopra esemplari della Torre d'Ovarda e rinvenuta poi dallo stesso in altri punti, fra i quali Spigno in Valle di Bormida. Ai due elementi principali, scrive l'autore precitato, si associa soventi volte l'epidoto, il quale suol formare straterelli di un verde giallastro, talchè nelle fratture normali alla stratificazione appariscono come striscie di questo colore, alternanti col verde scuro. A tali caratteri corrisponde sufficientemente una delle varietà litologiche pertinenti al gruppo di Voltri, e segnatamente in certi esemplari raccolti nella Valle del Leiro e a ponente della Vesima; manca però al mio riferimento il sussidio petrografico.

Il Bucca [1]) riunisce all'ovardite cinque diverse fogge di scisti verdi, illustrate dal Rolle in un suo recente lavoro sulla geologia alpina, scisti nei quali intervengono in proporzioni varie, insieme al plagioclasio: actinoto, clorite, magnetite, ecc. Nè io nè altri, disgraziatamente, siamo in grado di accettare o di respingere legittimamente le nuove denominazioni specifiche proposte dal Rolle per tali scisti verdi, perciocchè regna nella nomenclatura litologica il massimo arbitrio o piuttosto assoluta anarchia.

Non si danno due geologi o litologi d'accordo circa il modo di considerare la specie in litologia ([2]) e perfino nel definire i minerali essenziali ed accessori delle rocce. Finchè gli studiosi non si persuaderanno della necessità d'introdurre nella nostra disciplina la sistematica, quale è in uso nelle scienze biologiche, la confusione e l'incertezza andranno sempre crescendo con grave scapito della scienza. Una regola ben chiara

---

([1]) Bull. del R. Comit. geol., anno 1886, n. 11 e 12.

([2]) Nei trattati s' insegna a considerar quali rocce i minerali o aggregati di minerali in *grandi masse;* ma che cosa s' intende per tale espressione? Un metro cubo, un centinaio di metri cubi, un affioramento assai esteso in superficie sono grandi masse?

ed uniforme, sia pure convenzionale, può aver sola il potere di porre un freno alla introduzione di nuovi nomi specifici e di assegnare un significato ben determinato a quelli di uso comune.

Anfibolite. — L'anfibolite compresa tra gli scisti associati alle serpentine contiene spesso, qual minerale essenziale, l'actinoto; l'accompagnano generalmente in notevoli proporzioni, come fu riconosciuto dal Tognini (1): sahlite, quarzo, clorite e in qualche caso granato; quali elementi accessori, ricetta poi talvolta: feldispato, mica bianca e nera e calcite, nonchè ematite rossa e limonite, che debbono considerarsi come prodotti d'alterazione.

In altra varietà, proveniente da Cogoleto, esaminata per me dal prof. Artini, è prevalente orneblenda di color verde chiaro con inclusioni di apatite; vi si trovano eziandio: clorite in lamine o rosette, forse derivanti da una mica preesistente; quarzo granulitico abbastanza abbondante, specialmente in vene; feldispato molte volte plagioclasio, spesso alterato, riunito in larghe plaghe con interclusione di anfibolo; poi, granuli di magnetite e vene di ossidi di ferro rossi e gialli di origine secondaria.

Eclogite. — Nell'eclogite a glaucofane, o gastaldite, di Voltaggio, che fu esaminata a mia richiesta dall'Artini, questi osservò al microscopio: abbondante glaucofane a struttura zonale, allungata secondo (001); granato roseo, ricco di inclusioni, screpolato e alterato alla periferia, con produzione di clorite; anfibolo verde (smaragdite); forse onfacite, ma in granuli senza contorni cristallini; rutilo in granuli rossi e in cumuletti.

Scisti cristallini. — Nel maggior numero, fra questi, prevale una mica idrata, che assume spesso i caratteri esterni

(1) Tognini F., *Studio microscopico di alcune rocce della Liguria.* Giornale di Mineralogia, Cristallografia e Petrografia, vol. I, fasc. 1, Pavia, 1890.

del talco e che fu scambiata più volte per talco. Tali scisti, non ancora studiati petrograficamente, hanno d' ordinario color grigio di piombo e lucentezza più o meno viva, dovuta al minerale micaceo.

Non mancano però veri talcoscisti e veri micascisti. Tra gli ultimi, citerò una varietà raccolta al nord di Masone, lungo la via di Ovada, e studiata dal Tognini. È una roccia finamente lamellare e fibrosa, di color grigio, con riflessi argentini, che pesa specificamente 2,64. Contiene essenzialmente: mica bianca, associata a quarzo granuloso, feldispato ortosio e plagioclasio.

Un' altro scisto, osservato dallo stesso autore che lo ricevette dal Passo del Turchino (versante meridionale), risulta di: sahlite, clorite, quarzo e feldispato, come elementi principali, con cianite, magnetite e limonite quali minerali accessori.

Sul torrente Varenna e precisamente sopra gli Edifizi Nuovi, raccolsi una roccia scistosa, alquanto diversa dalle precedenti, che difficilmente si distingue pei caratteri esterni dai comuni scisti cloritici. Al microscopio, vi appariscono, in un aggregato di granuli incolori prevalentemente feldispatici: glaucofane in granuli e prismetti; epidoto giallo verdiccio pallidissimo, abbondante; clorite di color verde pallido; magnetite in piccoli granuli. In una varietà della roccia suaccennata, mantenendosi dominante l' elemento feldispatico, si accresce di molto la copia relativa della clorite, mentre diminuisce la glaucofane; l' epidoto, in granuli minutissimi, è diffuso in tutta la massa (Artini).

Minerali.

Le rocce del gruppo di Voltri accolgono svariate specie mineralogiche, in parte ancora imperfettamente conosciute: vi si comprendono fra le altre:

Oro delle cave dell' Oro presso la Vesima, di Ovada, di Lajetta, del Gorzente ecc.

Grafite in scagliette, nel micascisto. Fu raccolta presso la cascina Tavernino, sul Rio Ceresolo dal sig. Rovereto.

Un combustibile fossile, simile a litantrace impuro, a Grognardo [1].

Magnetite in cristalli ottaedrici del territorio di Voltri e dei Molini di Voltaggio. La stessa, compatta, di San Pietro dei Prati, della Galleria dei Lastroni ecc.

Quarzo in cristalli del Monte Ermetta e di molti altri punti.

Calcedonio della riva destra del Sansobbia di contro alla Cappella del Salto, del Passo del Bonomo (Santa Giustina) ecc.

Resinite rossa del punto denominato Baracche della Bocchetta.

Rutilo dei dintorni di Voltri. La medesima specie era segnalata fino dal 1814 da Viviani nella eufotide, e sulla « vetta dei monti che dalla Bocchetta si stendono al Martino ».

Pirite di molti punti, specialmente di Arenzano.

Pirrotina nichelifera e ramifera delle Cave dell'Oro presso la Vesima.

Galena della miniera aurifera della Lavagnina.

Calcosina, calcopirite, erubescite, malachite, azzurrite del Monte Rama e d'altri punti presso Sassello.

Malachite con limonite di un punto fra Stella e S. Martino.

Calcite in nitidi e svariati cristalli, delle Lavezze e della galleria di Cremolino; in lamelle cristalline, della galleria dei Lastroni.

---

[1] Questo combustibile fossile proviene da brecce ofiolitiche assai alterate.

Fu bene accertato da una analisi chimica inedita del sig. L. Dufour che un altro combustibile fossile da me raccolto, in condizioni analoghe, presso le cascine Lischeo, sul Monte Orditano, è una vera lignite e perciò reputo probabile che appartenga a qualche tenuissimo residuo di un lembo miocenico ora scomparso, anzichè alla formazione serpentinosa antica. Questa circostanza rende incerto il significato del carbon fossile di Grognardo.

Aragonite in lamelle dendritiche, nei meati della serpentina delle Lavezze.

Epsomite della Valle del Riobasco, dei pressi di Grognardo ecc.

Sfeno di color verde pomo, in cristalli (var. ligurite), del Monte Colma, presso Rossiglione [1].

Cianite in prismetti entro una roccia talcosa del Bricco di Rama.

Orneblenda in grossi cristalli e tremolite in aggregati cristallini bacillari dei pressi di Sassello.

Asbesto delle Capanne di Marcarolo, di Sassello, del Bricco di Rama, e, in esemplari assai voluminosi, del Bricco Montaldo.

Amianto di Cogoleto, Arenzano, Dego ecc.

Actinoto della valle della Cerusa.

Diallagio e Smaragdite nelle eufotidi dei pressi di Varazze, di Cogoleto, dei monti d' Isoverde ecc.

Glaucofane negli scisti menzionati alla pag. 434.

Plagiocasio d' Alpicella e d' altri punti.

Granato ferrifero del Rio Praniga sopra Pegli, dei pressi di Arenzano, del Monte Dente, ecc.

Spessartina, in cristallini rombododecaedrici, di color rosso pesco. Questa specie fu raccolta dal sig. G. Deamezaga nella eufotide attraversata dalla galleria aperta in servizio dello acquedotto De Ferrari Galliera, alle Lavezze.

Epidoto in piccoli cristalli delle vicinanze di Stella.

Mica di varie specie in minute lamelle di molti punti.

Serpentino, steatite, talco delle rocce sopradescritte.

---

[1] Si vedano a questo proposito i due scritti di D. Viviani intitolati: *Mémoire sur une nouvelle espèce de minéral découverte en Ligurie*. Génes, typ. Bonaudo, sans date. *Memoria sopra una specie di minerale scoperta in Liguria*. Memorie dell' Accademia delle Scienze, Lettere ed Arti, di Genova, vol. III. Genova, 1814.

Clorite di varie specie. Alcuni distinti esemplari provengono dai pressi di Sassello.

Come ebbe a notare, in una sua speciale memoria, (1) il prof. De Memme, le sabbie ferruginose della spiaggia di Sestri Ponente e Pegli e quelle recate dal Varenna non sono ricche di ossido di titanio, come riteneva Mojon (2).

In un suo lavoro chimico, ancora inedito, il dottor Luigi Buscaglia conferma le conclusioni del De Memme, in quanto concerne la mancanza dell'acido titanico nella rena magnetica raccolta lungo il torrente Varenna. Egli riconosce però la presenza di questo acido nella magnetite del Gorzente e nella sabbia del' torrente Piota, della quale reca l'analisi seguente:

Ossido di ferro	96, 50
» di cromo	1, 43
Acido titanico	0, 97
Indeterminato	1, 10
	100, 00

Avverte pure il Buscaglia che questa sabbia ricetta una piccola quantità di ferro nativo.

Ricorderò ancora, per incidenza, come il dottor G. Vignolo abbia dimostrato che il titanio non manca, si trova anzi in notevole proporzione, nelle sabbie del Graveglia (Liguria orientale) (3).

---

(1) *I ferri titanati e le sabbie magnetiche della Liguria.* Genova, 1881.

(2) *Descrizione mineralogica della Liguria.* Genova, 1805.

(3) Atti della Soc. Ligustica di Sc. nat. e geog., vol I. Genova, 1890.

APPENDICE

QUADRO CRONOLOGICO DEI TERRENI

per spiegare il significato dell' ordinamento sistematico e delle denominazioni dei piani geologici adottati in questo libro.

Ere (*Gruppi*)	Periodi (*Sistemi*)	Epoche (*Piani*)	Età (*Assise*)
Quaternaria o Antropozoica	Recente (*alluvium*)	Storica (*attuale*)	
		Preistorica	*Dei metalli*
			Neolitica
	Postpliocenico (*diluvium*)	Glaciale — Paleolitica	Miolitica
		Preglaciale — Paleolitica	Eolitica
Secondaria o Mesozoica	Pliocenico	Astiana	
		Piacentina	
	Miocenico	Messiniana	
		Tortoniana	
		Elveziana (*Serravalliano* di Pareto)	
		Langhiana	
		Bormidiana	*Aquitaniana* — *Oligocene*
			Tongriana — *Oligocene*
	Eocenico	Parigina	Liguriana
			Bartoniana — Nummulitico
			Luteziana — Nummulitico
		Suessoniana	Londiniana — Nummulitico
			Suessoniana — Nummulitico
			Flandriana — Nummulitico

Ere (*Gruppi*)	Periodi (*Sistemi*)	Epoche (*Piani*)	
Secondaria o Mesozoica	Cretaceo	Daniana	
		Senoniana	
		Turoniana	
		Cenomaniana	
		Gault: Albiana	*Infracretaceo* di de Lapp.
		Gault: Aptiana	
		Neocomiana comp. *Weald*	
	Giuraliassico — Giurassico od *Oolitico* — *G. Bianco* o *Malm*	Portlandiana (comp. *Purbeck*)	*Titoniana* di Oppel; *Giurassico* di Credner
		Kimmeridgiana	
		Coralliana	
		Oxfordiana	
	Giuraliassico — Giurassico od *Oolitico* — *G. Bruno* o *Dogger*	Bathoniana	
		Bajociana	
	Giuraliassico — Liassico — *G. Nero* o *Lias*	Toarciana	*Lias* di de Lappar.
		Liassiana	
		Sinemuriana	
	Giuraliassico — Retico — *Infralias*	Hettangiana	
		Retica	*Trias* di Credner
	Triassico	Keuperiana (*Keuper*)	
		Franconiana (*Muschelkalk*)	
		Vosgiana (*Buntersandstein*)	
Primaria o Paleozoica	Permico o *Dias*	Zechstein	
		Rothliegende	
	Carbonifero	Litantracifera	
		Antracitifera	

Ere (Gruppi)	Periodi (Sistemi)	Epoche (Piani)	(Assise)
Primaria o Paleozoica	Devoniano	Famenniana	
		Eifeliana	
		Renana	
	Siluriano	Boema	
		Armoricana	
	Cambriano	Ardenniana	
		Scandinaviana	*Taconico* di Emmons
Arcaica od Azoica	Pietre verdi	*Huroniana*	
	Gneiss centrale	*Laurenziana* (parte)	

N.B. Le suddivisioni dei periodi recente e postpliocenico sono precipuamente fondate su criteri paletnologici, che saranno svolti e discussi nella seconda parte di questo libro. Le denominazioni in corsivo si recano solo quali sinonimi, non essendo adottate dall' autore.

FINE DEL PRIMO VOLUME.